

Министерство образования и науки Российской Федерации

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ – РЕСПУБЛИКАНСКИЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НАУЧНО-КОНСУЛЬТАЦИОННЫЙ ЦЕНТР  
ЭКСПЕРТИЗЫ

(ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ)

## **ОТЧЕТ**

**«Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра»**

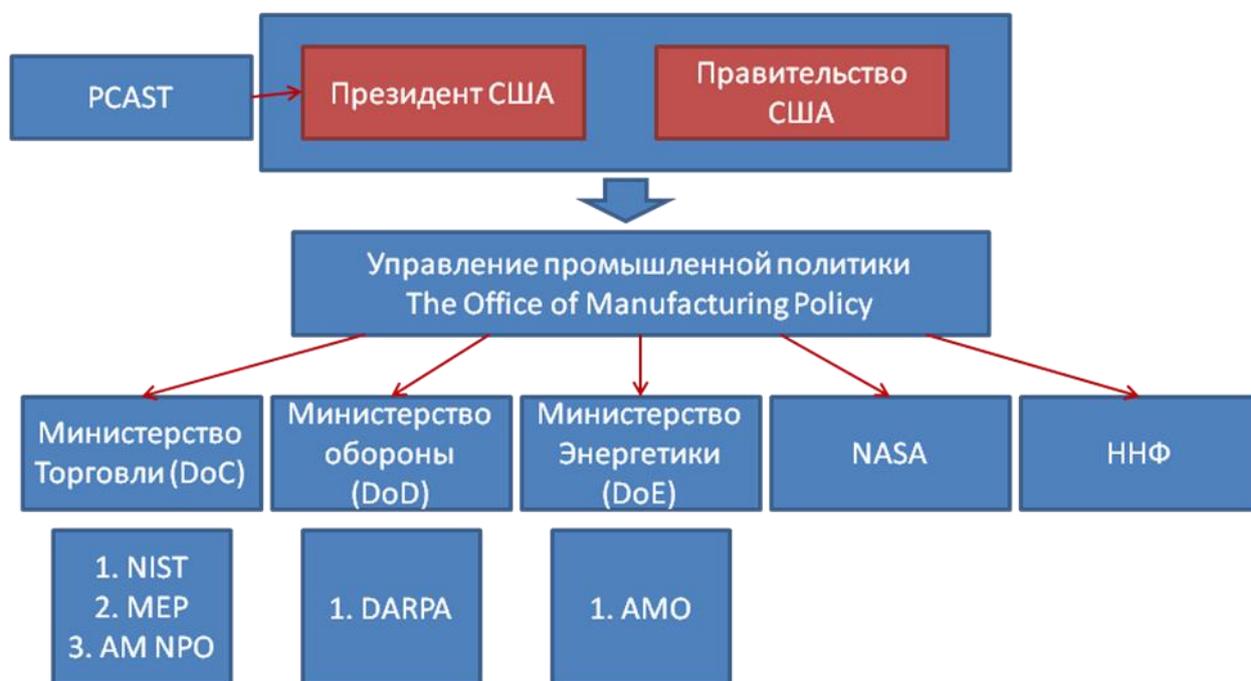
Москва 2014

## Оглавление

Анализ публикаций, связанных с финансированием программ поддержки перспективных производственных технологий в США .....	3
МАТЕРИАЛЫ аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники «Информационно-телекоммуникационные системы» «Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра» .....	15
МАТЕРИАЛЫ аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники «Науки о жизни» «Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра» .....	121
МАТЕРИАЛЫ аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники «Индустрия наносистем» «Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра» .....	207
МАТЕРИАЛЫ аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники «Рациональное природопользование» «Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра» .....	348
МАТЕРИАЛЫ аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники «Транспортные и космические системы» «Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра» .....	437
МАТЕРИАЛЫ аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники « Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» «Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра» .....	501
МАТЕРИАЛЫ аналитической группы по тематической области «Междисциплинарные исследования социально-экономической и гуманитарной направленности» «Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов Федерального реестра» .....	657

## **Анализ публикаций, связанных с финансированием программ поддержки перспективных производственных технологий в США**

Формирование национальной политики в сфере новых промышленных технологий (НПТ), а также ее координацию и финансирование с 2011 г. осуществляет Управление промышленной политики (Office of Manufacturing Policy) Белого Дома. Управление возглавляет директор Национального экономического совета (National Economic Council), а также секретарь Министерства торговли (Department of Commerce – DoC). Финансирование новых производственных технологий в США осуществляется по нескольким основным каналам: через Министерство торговли и входящее в его состав Управление национальных программ в области перспективного производства (Advanced Manufacturing National Program Office – AM NPO), а также Национальным Институтом Стандартов и Технологий США (National Institute of Standards and Technology – NIST) (перечень передовых производственных технологий Института приведен в Приложении), Министерство обороны (Department of Defense – DoD) и подведомственное ему Агентство перспективных оборонных научно-исследовательских разработок США (Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA), Министерство Энергетики (Department of Energy – DoE) и подчиненное ему Управление новых производственных технологий (Advanced Manufacturing Office – AMO), Национальное агентство по авиационной и исследованию космического пространства (National Aeronautics and Space Administration – NASA) и Национальный Научный фонд (ННФ) (National Science Foundation – NSF). Структура организаций, осуществляющих управление процессом поддержки передовых производственных технологий в США, представлена на рисунке 1.



Примечание: PCAST – President's Council of Advisors on Science and Technology (Совет при Президенте США по науке и технологиям)

Рисунок 2 – Структура управления программами поддержки передовых производственных технологий в США

В свою очередь процесс управления осуществляется при помощи специальных программ, инициируемых государством с целью поддержки и развития новых промышленных технологий. На рисунке 2 представлены основные участники процесса и основная задача – уменьшение инновационного разрыва, т.е. обеспечение непрерывного процесса, начиная от этапа замысла, до этапа промышленного производства.



Рисунок 1 – Схема государственно-частного партнерства в области производственных технологий

Особенности программы:

Основные возможности программы инновационных технологий устанавливаются в исходном законодательстве. Некоторые основные моменты:

- осуществляется доленое финансирование, но не более 50 процентов от общей суммы, проектов с высокой степенью риска, нацеленных на важнейшие национальные и социальные нужды в областях, находящихся в ведении Национального института стандартов и технологий;

- проекты могут быть предложены физическими лицами, организациями или предприятиями, которые могут являться некоммерческими компаниями, высшими учебными заведениями, национальными лабораториями или некоммерческими исследовательскими институтами;

– финансирование ограничивается тремя млн долл. за три года для проекта, реализуемого одной компанией, или девятью млн долл. за пять лет для проектов совместных предприятий;

– на поддержку могут рассчитывать только предприятия малого и среднего бизнеса.

Проекты программы TIP сосредоточены на потребностях американской промышленности в производственных технологиях. Компании вырабатывают замысел, формируют предложения, софинансируют и осуществляют исполнение проектов TIP совместно с академией, независимыми научными организациями и федеральными лабораториями.

Программа TIP имеет строгие правила, регламентирующие долевое участие соисполнителей проектов. Обычно компании должны оплатить по крайней мере половину стоимости проекта. Большие компании, входящие в список Fortune-500, должны внести не менее 60 процентов от полной стоимости. Малые компании могут оплатить только минимум всех косвенных затрат, связанных с проектом.

Программа не финансирует деятельность, связанную с развитием сети сбыта продукции. Компании должны подтвердить, каким образом на собственные средства они будут осуществлять производство, маркетинговую деятельность и продажи.

Гранты по программе TIP предоставляются на основе конкурсов по критериям новизны, технических рисков, потенциального экономического эффекта в масштабах национальной экономики и качества плана коммерциализации проекта.

Один из принципов TIP – поддержка не должна становиться бесконечной субсидией или правом – каждый проект должен иметь четкие цели, поэтапное финансирование и дату завершения, установленную в начале.

TIP поощряет компании и университеты к проектам с большим научно-техническим риском, но большим коммерческим потенциалом. Для малых компаний и стартап-проектов поддержка от TIP может предлагаться как

форма разделения риска, и в случае неудачи такие компании не попадают в «черный список». До настоящего времени, больше чем половина грантов ТПР пошла в индивидуальные мелкие бизнесы или в совместные предприятия во главе с мелким бизнесом. Стимулом для больших фирм к работе с ТПР, особенно в совместных предприятиях, является развитие критических, рискованных технологий, рынок для которых может быть создан только в дальнейшем.

Университеты и некоммерческие независимые исследовательские организации играют существенную роль как участники проектов ТПР. Из 768 проектов, отобранных ТПР за всё время, в более чем половине участвуют один или более университетов в качестве субподрядчиков или партнеров. Всего 170 университетов и более чем 30 национальных лабораторий участвуют в проектах ТПР.

Приоритетными направлениями для программы ТПР являются биотехнологии, фотоника, химия, нанотехнологии, информационные технологии, новые материалы.

### **Проекты Министерства торговли США:**

Через Национальный институт стандартизации и технологий США поводятся следующие программы:

– Партнерство по производственному расширению (Manufacturing Extension Partnership – MEP) оказывает помощь малым и средним производителям США с целью создания и сохранения рабочих мест, увеличения прибыльности и экономии средств.

<http://www.nist.gov/mep/about.cfm>

### **Проекты министерства обороны США:**

– Программа по промышленному производству (Manufacturing Technology Program).

В рамках данной программы разрабатываются технические решения и технологии для организации доступного по цене и своевременного производства и технического обеспечения оборонительных систем.

<https://www.dodmantech.com/>

– American Metalcasting Consortium;

Консорциум разрабатывает для Управления оборонной логистики (Defense Logistics Agency – DLA) новые технологии, улучшенные технологические процессы, критерии проведения технической экспертизы в процессе закупки металлических отливок для производства артиллерийских и стрелковых вооружений. В состав консорциума входят отраслевые эксперты, представители промышленных ассоциаций и ведущих исследовательских университетов в области литейного производства.

<http://amc.scra.org/>

– Forging Defense Manufacturing Consortium

Программа по продвижению перспективных систем и технологий в кузнечно-прессовом производстве (Forging Advanced Systems & Technologies Program – FAST) выполняется в интересах Управления оборонной логистики.

<http://fdmc.scra.org/index.html>

### **Министерство энергетики США.**

Министерство энергетики США через Бюро энергоэффективности и возобновляемых источников энергии (Office of Energy Efficiency & Renewable Energy) финансирует научные исследования и разработки высокоэффективных и инновационных промышленных технологий. Министерство поддерживает разработку более 250 энергосберегающих промышленных технологий, которые были коммерциализированы, начиная с 1976 г. Министерство также работает над созданием сети производственных инновационных институтов, каждый из которых будет создавать совместные со-

общества, нацеленные на разработку уникальных технологий передового производства.

<http://energy.gov/eere/efficiency/advanced-manufacturing>

### **Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (НАСА)**

– Программа инновационного развития (Game Changing Development Program) направлена на выявление и быстрое развитие инновационных средств и технологий для последующего внедрения в широкий спектр будущих проектов НАСА.

<http://gameon.nasa.gov/#sthash.FNHkp1zZ.dpuf>

В июне 2011 г. президент США учредил Партнерство в области перспективного производства (Advanced Manufacturing Partnership). Данное партнерство является национальным проектом, объединяющим представителей промышленности, университетской среды и федерального правительства с целью инвестирования в развивающиеся технологии.

Президент наметил всеобъемлющий план оживления американского производства, поддерживаемый деятельностью Партнерства. С февраля 2010 г. производственный сектор США получил около 500 тысяч дополнительных рабочих мест, что является самым высоким показателем, начиная с 1995 г. На производственный сектор приходится около 70 % всех расходов на НИОКР частного сектора, а также около 60% рабочей силы.

### **Список программ NIST**

1. Wireless Platforms for Smart Manufacturing
2. Cybersecurity for Smart Manufacturing Systems
3. Prognostics and Health Management for Smart Manufacturing Systems
4. Long Term Performance of Concrete Project
5. Early-Age Performance of Concrete Project
6. Building Integration with Smart Grid

7. Wide-area Monitoring and Control of Smart Grid
8. Smart Grid System Testbed Facility
9. Advanced Metering in Smart Distribution Grids
10. Knowledge Driven Planning and Modeling
11. Industrial Ethernet Network Performance (IENetP)
12. Fundamental Measurement Science for Additive Processes Project
13. Safety of Human-Robot Systems in Flexible Factory Environments
14. Commissioning Building Systems for Improved Energy Performance Project
15. Department of Homeland Security Urban Search and Rescue Robot Performance Standards
16. SCORE (System, Component and Operationally Relevant Evaluations)
17. Optical Methods for 3-D Nanostructure Metrology
18. Ceramic Phase Equilibrium Data
19. SI Length and Traceability
20. Metrology for Nanoimprint Lithography
21. High Rate Tensile Testing
22. Thin Film Electronics
23. High-throughput (Combinatorial) «Foundry» for Inorganic Materials: «Data on Demand»
24. In Situ Characterization of Nanoscale Gas-Solid Interactions by TEM
25. Dexterous Manipulation for Part Grasping and Assembly
26. Materials Standards for Additive Manufacturing
27. Sustainability of Unit Manufacturing Processes Project
28. MEMS Measurement Science and Standards
29. Traceable Scanning Probe Nano-Characterization
30. Advanced Dimensional Measurement Systems for Manufacturing
31. Three-Dimensional Nanometer Metrology
32. Dimensional Measurement Services
33. Optical Surface Metrology and Nano-Structured Optics

34. Atom-Based Dimensional Metrology
35. Forensic Topography and Surface Metrology
36. Nanoparticle Metrology
37. Product Information for Composite and Additive Manufacturing Project
38. CMOS Device and Reliability
39. Nanoelectronic Device Metrology
40. Nanotribology for Nanomanufacturing
41. Nanoscale Stress Measurements and Standards
42. Crystallographic Databases
43. Marciniak Multiaxial Testing
44. Xray Stress Measurement
45. Crystal Plasticity Modeling
46. Cruciform Multiaxial Mechanical Testing
47. Robot Perception for Identifying and Locating Parts for Assembly
48. Mobile Autonomous Vehicle Obstacle Detection and Avoidance
49. Robot Perception for Workspace Situational Awareness
50. Safety of Human-Robot Systems in Fixed Workcell Environments
51. Next-Generation Robotics and Automation Program
52. Micro- and Nano-Manipulation for Manufacturing Applications
53. Smart Manufacturing and Construction Systems Program
54. Sustainable Manufacturing Program
55. Measurement Science for Optimal Production Planning
56. Manufacturing Modeling and Simulation
57. Key Performance Indicator Effectiveness
58. Measurement Science for Integration of Robotics and Automation Control Systems
59. Cybersecurity for Factory Control Systems Project
60. Factory Equipment Network Testing Framework Project
61. Systems Integration for Manufacturing and Construction Applications Program

62. Collaborative Requirements Engineering Project
63. Systems Engineering for Smart Manufacturing Project
64. Smart Factory Architecture Project
65. Manufacturing Services Network Models Project
66. Model-Based Engineering Project
67. Smart Manufacturing Processes and Equipment
68. Sustainability Characterization for Product Assembly Processes Project
69. Testbed for Sustainable Manufacturing Project
70. Sustainability Metrics for Design and Manufacturing Project
71. Sustainability Modeling and Optimization Project
72. Manipulating the Position and Orientation of Nanoparticles using Feedback Control
73. Directed Self-Assembly of Block Copolymers
74. Real-Time Tracking and Fluorescence Spectroscopy of Individual Nanoparticles
75. Measurement Science for Optimized Machining Processes
76. Measurement Science for Smart Machine Tools
77. Closed-Loop Manufacturing of Complex Micro Optics Project
78. NEMS Measurement Science
79. Nanoparticle Tracking for Fluidic Self Assembly
80. Diffraction Metrology and Standards
81. Thin Film X-Ray Reflectometry
82. Nanostructure Fabrication Processes
83. Polymer Microspheres By Annular Co-Flow Extrusion
84. Characterization of 3D Photovoltaics
85. COMPLETED: Dimensional Metrology for Nanoscale Patterns
86. Federal Highway Administration Exploratory Advanced Research Program
87. Army Research Laboratory Perception/ Performance Evaluation Project
88. RoboCrane

89. Novel Sources for Focused-ion Beams
90. Uniform Realization of the Unit of Torque in the US
91. Small Force Metrology
92. Redefinition of the Kilogram
93. Mechanical Metrology Program
94. Mass 1 kg CCM Key Comparison
95. Implement Robotic Mass Measurements in SP250 Services
96. Automation Update of Force Laboratory Deadweight Machines
97. Production Network Supplier Characterization Project
98. Modeling and Simulation of Nanofabrication
99. DML (Dimensional Markup Language) Project
100. DARPA Learning Applied to Ground Robots (LAGR) Project
101. Development of Standard Test Methods for Emergency Response Robots for Department of Homeland Security, Science and Technology Directorate (DHS S&T) and National Institute of Justice Project
102. PRIDE (Prediction In Dynamic Environments)
103. QMD (Quality Measurement Data)
104. I++ DME (Dimensional Measurement Equipment)
105. eQuipp (Exchange of Quality Measurement Process Plans)
106. Dynamic Tracking or Ground Truth Referencing of Robotic Perception Systems for Army Research Laboratory and Department of Homeland Security Science and Technology Directorate (DHS S&T)
107. Aperture area measurements
108. Next Generation Acoustic Measurements of Microphones
109. Low Frequency Vibration Metrology
110. Next-Generation Rectilinear Wide-Bandwidth Accelerometer Measurements
111. Infrasound Metrology
112. Antenna Metrology
113. International System of Units (SI)

114. Advanced Linear and Nonlinear Optical Metrology in support of next-generation Lithography
115. Wireless Systems Metrology
116. Super-resolution Optical Microscopy

## **МАТЕРИАЛЫ**

**аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники**

**«Информационно-телекоммуникационные системы»**

**«Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов**

**Федерального реестра»**

**1 Системы контроля производственных процессов (датчики и соответствующие системы обработки данных, обеспечивающие контроль и регулировку параметров обрабатываемых изделий и технологических процессов)**

**1.1. Интерференционно-чувствительные фотоприемники электромагнитного излучения для диапазонов длин волн ультрафиолетовый – видимый – инфракрасный – микроволновый**

Эксперт: Шестаков Николай Петрович.

Ученая степень: кандидат физико-математических наук.

Ученое звание: доцент.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук

Должность: старший научный сотрудник.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В фотоприемнике реализуется регистрация нескольких сдвинутых по фазе компонент, которые необходимы для реверсивного счета интерференционных полос, вычитания оптических и электронных шумов. Формирование квадратурно сдвинутых сигналов достигается за счет расположения тонких фоточувствительных слоев в оптическом пространстве со сдвигом  $L/8n$  ( $L$  – длина волны;  $n$  – показатель преломления). В настоящее время созданы отдельные фотоэлектрические слои, вполне эффективные для некоторых спектральных интервалов.

Использование прозрачных и тонких фотоэлектрических слоев для селективной регистрации излучения. Выделение определенной длины волны из интерферограммы достигается расположением фотоэлектрического слоя в оптическом пространстве с положением соответствующим максимуму (узлу стоячей волны определенной длины волны).

Селективные фотоприемники, построенные на основе тонких и прозрачных фотоэлектрических слоев позволяют энергетически эффективно регистрировать сигналы одновременно в нескольких узких спектральных интервалах. Благодаря МЭМС технологиям возможно, подстраивать спектральную полосу чувствительности в каждом отдельном пикселе матричного фотоприемника.

Построение миниатюрных спектрометров фурье преобразования. Работы ведутся во всех спектральных диапазонах. Помимо малых габаритов, достоинством таких спектрометров является регистрация спектра в реальном масштабе времени.

В перспективе можно будет получить полную информацию об окружающих трехмерных предметах и их размерах, цвете и движении в пространстве с высочайшей интерференционной точностью.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	D.A.B. Miller	Laser tuners and wavelenght-sensitive detectors based on absorbers in standing waves. IEEE Jornal of Quantum Electronics, V. 30(3)-1994. P.732-749.	AT&T Bell Laboratories USA	Одна из первых обстоятельных публикаций по теме селективных фотоприемников на основе тончайших прозрачных фотоэлектрических слоев, автор называет их поглощающими слоями. Однако, в настоящее время уже экспериментально установлено, что если пропускание фоточувствительного слоя менее 70%, то стоячая волна имеет очень малый контраст и интерференционно-чувствительные фотэлектрические слои теряют интерференционную чувствительность (произведение чувствительности фотоприемника и контраста стоячей волны). Работа теоретического плана, предлагается схема построения селективных фотоприемников путем расположения фоточувствительных слоев на различных расстояниях от плоского зеркала. Имеется единственная ссылка на работу Российского автора – Ю.В. Троицкого, Оптика и спектр. Т.25, 1968 год. С.309, в которой рассмотрены поглощающие слои (не фотоэлектрические) в лазерном резонаторе. Предложен новый метод построения селективных фотоприемников с перестраиваемой длиной волны регистрации
2	Frida E. Stromqvist Vetelino*a, Ali A. Abtahia, Pe	An interference microfilter array with tunable spectral response for each pixel.	aAerospace Missions Corporation, 7362 Remcon Circle, El Paso, TX 79912, USA	Работа посвящена матричному (100 пикселей) интерференционно-чувствительному фотоприемнику с матрицей зеркал для создания управляемой стоячей волны. Такая конструкция прибора позволяет осуществлять селективную регистрацию в каждом пикселе с перестраиваемой полосой регистрации. Работа нацелена на регистрацию изображений во всем спектральном интервале, что позволит выделять объекты с специфическим спектром излучения. В том числе исследовано влияние частично отражающего покрытия, примыкающего к прозрачному тонкому фоточувствительному слою, т.е. фоточувствительный слой внутри интерферометра Фабри-Перо
3	Bunte E., Mandryka V., Juna K.H., Büchner	Thin transparent pin-photodiodes for length measurements // Sensors	Институт макро и нанотехнологий, Технический	Данная работа может быть расценена как попытка решить проблему в лоб. Планарный диод обладает слишком большой емкостью и малым быстродействием, при необходимой малой толщине слоя, напряженность

		and Actuators, A I13. – 2004. – P. 334-337.	университет Ильменау, Германия	поля смещения очень большая, диод легко пробивается. Реальные достижения вряд ли публикуются, пока нет серийной продукции. Прогресс на пути создания интерференционно-чувствительных фотоэлектрических слоев и устройств на их основе имеются в других публикациях
4	Minoru Sasaki, Xiaoyu Mi, and Kazuhiro Hane	Standing wave detection and interferometer application using a photodiode thinner than optical wavelength APPLIED PHYSICS LETTERS VOLUME 75, NUMBER 14 4 OCTOBER 1999	Department of Mechatronics and Precision Engineering, Tohoku University, Sendai 980-8579, Japan	Работа пробного плана. Рациональное зерно заключается в том, что при выполнении р-п перехода в виде решетки, чередования фоточувствительных элементов и прозрачных участков (общее пропускание 70-80%) получен приличный интерференционный сигнал, на длине волны гелий-неонового и аргонового лазеров.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Ivanenko A.A., Shestakov N.P., Sysoev A.M., Shaban	New photodetector – meter of correlation function of optical signals // Proceeding SCI, V.10. 2003. – P.124-129	ИФ СО РАН	В работе представлен фотоприемник-коррелометр оптических сигналов, рассмотрена возможность создания малогабаритного интегрального фурье спектрометра, впервые опубликована схема и экспериментально полученный высококачественный сигнал от вакуумного фотоприемника, на длине волны 633 нм, который ранее был представлен на выставке в Новосибирском Академгородке во время Международного симпозиума Лазерная метрология 2002.
2	Шабанов В., Шестаков Н., Иваненко А., Сысоев А.	Интерференционно-чувствительный фотоприемник, Фотоника №6, 2007, стр.32-24	ИФ СО РАН, СКТБ	В научно популярной форме представлен принцип действия интерференционно-чувствительного фотоприемника и сферы его применения. Представлены характеристики вакуумного квадратурного интерференционно-чувствительного фотоприемника.
3	Иваненко А.А.,	Интерференционно-	ИФ СО РАН	Представлена схема построения микро фурье спектрометра не

	Шестаков Сысоев Шабанов	Н.П., А.М.,	чувствительный фотоприемник- коррелометр оптических сигналов // Оптика и спектроскопия. – 2008. – том 104, №4. – С.687-689.		содержащего движущихся частей.
4	Иваненко Шестаков Сысоев Шабанов	А.А., Н.П., А.М.,	Интерференционно- чувствительный фотоприемник- коррелометр оптических сигналов // Оптика и спектроскопия. – 2008. – том 104, №4. С.687-589.	ИФ СО РАН	В общем виде представлена оптическая схема коррелометра оптических сигналов.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	IEEE Journal of Quantum electronics; Sensors and Actuators;	IEEE Log Number 9215332	Тема, посвященная интерференционно-чувствительным фотоприемникам, весьма новая и актуальная
2	Photonics Europe	www.spie.org/pe14	Европейская конференция по оптике и фотонике.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Jager Gerd	Малое предприятие SIOS, Технологический университет, г. Ильменау, Германия	Интерферометры встречных световых волн в области регистрации, тонкослойные прозрачные фотоприемники

2	D.A.B. Miller	AT&T Bell Laboratories USA	Интерференционно-чувствительные фотоприемники, интерферометры встречных световых потоков в области регистрации.
3	Büchner Hans J	Ilmenau	Интерференционно-чувствительные фотоприемники, интерферометры встречных световых потоков в области регистрации.

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Атнашев А.В.	Закрытое акционерное общество	Разработка спектрометров с встречным распространением волн в области регистрации
2.	Иваненко А.А.	ИФ СО РАН	Интерференционно-чувствительные фотоприемники

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Detector based on absorbers in standing waves	Интерференционно-чувствительный фотоприемник	Фотоприемники для регистрации интенсивности интерференции стоячей волны встречных световых потоков. Толщина фоточувствительного слоя должна быть около четверти длины волны, пропускани не менее 60%.
2	Standing wave interferometer	Интерферометр с встречным распространением волн в области регистрации	Интерферометр с встречным распространением волн в области регистрации
3	Optical correlometer	Оптический коррелометр	Обычно имеется ввиду автокоррелометр сигналов, т.е. интерферометр

#### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Вакуумные интерференционно-	Новосибирский завод Экран Оптические системы, ОАО Катод	Сделаны отдельные образцы приборов, представлены на выставках Фотоника 2008 и др.

	чувствительные фотоприемники		Имеются недоработки, чувствительность высокая.
--	---------------------------------	--	--

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	AT&T Bell Laboratories USA	Craufords Comer Road Holmdel, NJ 07733-3030 (США)	Телекоммуникации

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ИФ СО РАН	Академгородоа 50 строение 38 (246000178)	Физика твердого тела

## **1.2. Системы высокопроизводительной обработки цифровых изображений в технологии неразрушающего контроля изделий и процессов**

Эксперт: Хачумов Вячеслав Михайлович

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт системного анализа Российской академии наук

Должность: заведующий лабораторией.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Российская академия космонавтики им. К.Э.Циолковского.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Контроль методом анализа изображений, как одно из направлений неразрушающего контроля изделий, находит применение в различных отраслях народного хозяйства, например, в нефтегазовой промышленности, атомной энергетике, судостроении при рентгенографическом контроле сварных соединений различных металлоконструкций, в металлургии, в спектрометрах для анализа состава минерального сырья, при реставрации произведений живописи. Перспективным направлением является применение кластерных вычислителей, оснащенных техникой вычислений GPGPU (General-Purpose computation on Graphics Processing Units) общего назначения на графических ускорителях. Системы на основе программно-аппаратной архитектуры NVIDIA CUDA и интерфейса API (Application Program Interface) низкого уровня для гетерогенных вычислений OpenCL™ (Open Computing Language) открывают новые горизонты для увеличения производительности обработки потоков данных на основе средств и методов автоматического распараллеливания.

В настоящее время имеется ряд полезных библиотек программ, ориентированных на высокопроизводительную обработку изображений.

Цифровая радиография является одной из наиболее прогрессивных технологий в области неразрушающего контроля. Одним из эффективных направлений контроля служит цифровая рентгенография – метод визуализации, строящий высокоточные изображения с помощью рентгеновских лучей. Из отечественных систем назовем систему расшифровки рентгеновских снимков МИКРОКОН РАД, а также отечественный аппаратно-программный комплекс Вид-Х, предназначенный для цифровой обработки радиографических снимков.

Известны аппаратно-программные комплексы цифровой обработки и архивирования рентгеновских изображений «Унирен», системы цифровой обработки рентгеновских снимков ООО «АВС СИСТЕМС», программное обеспечение X-Vizor ООО «Ньюком-НДТ» для цифровой и компьютерной радиографии. Представляют интерес аппаратные решения в сфере неразрушающего контроля отечественных компаний ООО «Стройгеотехника» и ООО «Русконтроль».

В ИПС им.А.К.Айламазяна РАН созданы унифицированные библиотеки алгоритмов для обеспечения эффективной работы на графических процессорных устройствах, предназначенные для обработки изображений в формате DICONDE (Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation). DICONDE является общепринятым стандартом на цифровые изображения и протокол связи в неразрушающем контроле для совместного использования изображений и соответствует стандарту ASTM (ASTM International) на радиографический контроль и ультразвуковую дефектоскопию. Формат позволяет сохранять изображения вместе с контекстом, содержащим техническую информацию, а также данные о месте, дате, времени и авторе изображения.

## 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	SA Mahmoudi, F Lecron, P Manneback, M Benjelloun,	Efficient Exploitation of Heterogeneous Platforms for Vertebra Detection in X-Ray Images. Biomedical Engineering International Conference, Biomeic, 2012/10/10, Pages, 1-6	University of Mons, Faculty of Engineering	Разрабатывается метод для обнаружения и извлечения аномалий на рентгеновских снимках. Предлагается метод повышения вычислительной мощности параллельных и гетерогенных (Multi-CPU/GPU) платформ. Метод опирается на одновременное использование CPU и GPU, с помощью эффективного планирования стратегии.
2	Sidi Ahmed Mahmoudi and Pierre Manneback	Efficient Exploitation of Heterogeneous Platforms for Images Features Extraction.- Biomedical Engineering International Conference, Biomeic, October 10-11,2012, Pages, 91-96	University of Mons, Faculty of Engineering	Обработка изображений для различных областей, связанных с компьютерным зрением, видеонаблюдением, медицинскими изображениями, распознаванием образов и др. требует наличия инструмента, учитывающего рост вычислительной мощности и памяти. Предлагается эффективное использование параллельных (GPU) и гетерогенных платформ (Multi-CPU/GPU) для повышения производительности.
3	Jyothish Soman, Kishore Kothapalli, P.J.Narayanan	Discrete range searching primitive for the GPU and its applications. Journal of Experimental Algorithmics (JEA) Volume 17, 2012, Article No. 4.5	ACM New York, NY, USA, IBM India Research Labs, New Delhi, India, International Institute of Information Technology, Hyderabad, India	Предлагается метод надежного представления GPU для целевых приложений, который может привести к существенному увеличению размеров обрабатываемых данных в реальном времени.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала,	Организация (место работы	Краткое содержание (аннотация) публикаций
-------	-------	------------------------------------	------------------------------	---

		изд-во, место, год)	автора/место проведения исследований)	
1	Багаев К.А., Варламов А.Н.	Применение компьютерной радиологии для контроля сварных соединений нефте- и газопроводов. «Экспозиция. Нефть. Газ», №2 (20) (апрель 2012) с. 69-71	ООО «Ньюком-НДТ», ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»	Рассмотрена технология компьютерной радиологии на основе заполимеризованных пластин. Обсуждаются преимущества цифровой радиологии перед пленочной. Освещается физика процесса взаимодействия рентгеновского излучения с фосфорными пластинами, обсуждаются способы подбора времени экспозиции при контроле с помощью пластин. Рассказывается о применении компьютерной радиологии для контроля сварных соединений трубопроводов.
2	Багаев К.А., Козловский С.С., Спирков А.Б.	Компьютерная радиология как альтернатива технологиям с использованием радиологической пленки. «В мире неразрушающего контроля», 4 (62) март 2013, стр. 65-70.	ООО «Ньюком-НДТ», ЗАО «Юнитест-Рентген», ФГУП	Приводятся сравнение технологий с использованием радиологической пленки и компьютерной радиологии. Рассмотрены плюсы и минусы данных технологий.
3	Багаев К.А., Мельканович Г.А.	Компьютерная радиология: оборудование и стандарты. «Экспозиция. Нефть. Газ» №4 (29) (июнь 2013) с.54-58	ООО «Ньюком-НДТ»	Представлен обзор современной техники для компьютерной радиологии. Указаны технические характеристики, области применения конкретных устройств, их достоинства и недостатки. Дан обзор нового сканера Duet HD-CR 35 plus. Приведен обзор существующих международных, европейских и американских стандартов по компьютерной радиологии. Сделаны выводы о применимости данных стандартов в России.
4	Багаев К.А., Улудинцева А.И.	Системы оцифровки рентгеновских пленок при радиологическом контроле промышленных объектов. «Экспозиция.	ООО «Ньюком-НДТ», ООО «Норд-НДТ»	Представлен обзор оцифровщиков рентгеновских пленок, предлагаемых на российском рынке. Указаны технические характеристики, области применения конкретных устройств, их достоинства и недостатки. Сделаны выводы о применимости оцифровщиков в промышленных условиях, приведены рекомендации по выбору оцифровщиков в зависимости от решаемой задачи.

		Нефть. Газ» №1 (26) (февраль 2013)		
5	Сырянкин В.И., Бородин В.А., Осипов А.В., Васильев	Анализ изображений, формируемых рентгеновскими микротомографами. Известия Вузов. Приборостроение, 2(55), 2012, с.86-92.	Томский государственный университет	Рассматриваются принципы восстановления и анализа изображений органических и неорганических объектов, получаемых рентгеновскими микротомографами.
6	Сырянкин И.С., Бородин В.А., Бурев А.Ш., Глушков Г.	Рентгеновские цифровые микротомографы. «Вестник науки Сибири». № 1 (2), 2012, с.86-92	Томский государственный университет	Рассказывается о строении и принципах работы рентгеновских микротомографов – приборов для исследования структуры и построения трехмерных изображений исследуемых органических и неорганических объектов на основе теневых проекций. Рентгеновская томография – метод неразрушающего послойного исследования структуры неоднородных объектов в рентгеновском излучении, основанный на зависимости линейного коэффициента поглощения в рентгеновском диапазоне от состава и плотности вещества.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	The Global Science Gateway World-WideScience.org. Sample records for nondestructive testing applications from World-WideScience.org	<a href="http://worldwidescience.org/">http://worldwidescience.org/</a> , <a href="http://worldwidescience.org/topicpages/n/nondestructive+testing+applications.html#">http://worldwidescience.org/topicpages/n/nondestructive+testing+applications.html#</a>	Шлюз глобальной науки, предназначенный для ускорения научных открытий и прогресса на основе многостороннего партнерства. Служит для поиска данных национальных и международных научных баз данных и порталов.
2	ScienX Holdings LLC Industrial Computed Tomography And Digital Radiography Systems	<a href="http://www.industrialx-ray.com/">http://www.industrialx-ray.com/</a>	Большой опыт работы со стандартизированными и индивидуальными рентгеновскими системами контроля. Участие в государственных и специальных отраслях, например. атомной, аэрокосмической, оборонной, нефтехимической, автомобильной безопасности во всем мире,

3	Сайт Международной специализированной выставки NDT RUSSIA – «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности»	<a href="http://ndt-russia.primexpo.ru/ru/organisers">http://ndt-russia.primexpo.ru/ru/organisers</a>	Является одним из самых значимых событий в отрасли неразрушающего контроля. Знакомит участников и посетителей с последними отечественными и зарубежными образцами разработок нового оборудования для неразрушающего контроля и технической диагностики в промышленности. Позволяет обсудить пути решения актуальных проблем промышленной безопасности в ходе мероприятий деловой программы.
4	Сайт журнала Дефектоскопия	<a href="http://www.imp.uran.ru/ru/defectoscopy/inform">http://www.imp.uran.ru/ru/defectoscopy/inform</a>	Публикует работы в области физических основ современных методов и средств неразрушающего контроля, и технической диагностики, а также новых методик и технических средств контроля изделий, и объектов различного назначения, как в условиях производства, так и при эксплуатации.
5	Форум по неразрушающему контролю.	<a href="http://defektoskopist.ru/">http://defektoskopist.ru/</a>	Форум предоставляет возможность обмениваться профессиональной информацией специалистам всех методов неразрушающего контроля
6	GE Measurement & Control Official site	<a href="http://www.ge-mcs.com">http://www.ge-mcs.com</a>	Технологии и программное обеспечение для бесперебойной работы за счет контроля и диагностики.
7	Сайт Laurel Bridge. Specialized Applications: DICONDE, NDT, DICOS, Airport Security & More	<a href="http://www.laurelbridge.com/specializedapps.html#DICONDE">http://www.laurelbridge.com/specializedapps.html#DICONDE</a>	Сайт обеспечивает визуализацию решений по DICOM программным продуктам для медицинской визуализации и промышленности. Предлагаются DICOM библиотеки программного обеспечения, инструментальные средства, маршрутизаторы, фильтры и др. Продукция является идеальной платформой для разработки собственных высокопроизводительных DICOM приложений.

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	SA Mahmoudi, F Lecron, P Manneback, M Benjelloun,	University of Mons, Faculty of Engineering	Методы обнаружения и извлечения аномалий на рентгеновских снимках, метод повышения вычислительной мощности параллельных и гетерогенных (Multi-CPU/GPU) платформ.
2	Jyothish Soman, Kishore Kothapalli, P.J.Narayanan	ACM New York, NY, USA, IBM India Research Labs, New Delhi, India, International Institute of Information Technology, Hyderabad, India	Методы применения GPU для целевых приложений для обработки больших объемов обрабатываемых данных.

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Сырямкин Владимир Иванович	Томский государственный университет	Компьютерное зрение, дефектоскопия, техническая диагностика, микротомография.
2.	Козловский Станислав Станиславович	ЗАО «Юнитест-Рентген»	Экспериментальная ядерная физика, рентгеноскопия.
3	Кузелев Николай Ревокатович	Институт развития НИЯУ МИФИ, Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике	Радиоскопические методы неразрушающего контроля
4	Костюков Владимир Николаевич	Научно-производственный центр «Динамика»	Автоматизированные системы управления, контроля и диагностики энергетических объектов, виброакустическая диагностика
5	Науменко Александр Петрович	Научно-производственный центр «Динамика»	Научно-методические основы вибродиагностического мониторинга
6	Багаев Кирилл Александрович	ООО «Ньюком-НДТ»	Применение компьютерной радиографии для контроля сварных соединений, 3D-моделирование прохождения гамма-квантов и электронов через вещество и его применение в физических экспериментах

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Неразрушающий контроль (НК)	Non-Destructive Testing (NDT)	Контроль, при котором не должна быть нарушена пригодность технических устройств, зданий и сооружений к применению и эксплуатации
2	Система неразрушающего контроля	NDT system	Совокупность участников, которые в рамках регламентирующих норм, правил, методик, условий, критериев и процедур осуществляют деятельность в области одного из видов экспертизы промышленной безопасности, связанной с применением НК
3	Результат неразрушающего контроля	Outcome of NDT	Установленная оценка соответствия объекта контроля предъявляемым ему техническим требованиям, понимаемая как результат сопоставления окончательной информации об объекте контроля с

			требованиями нормативных технических документов.
4	Объект неразрушающего контроля	Object of NDT	Техническое устройство, здание или сооружение, подвергаемое неразрушающему контролю
5	Объем неразрушающего контроля	Amount of NDT	Характеристика неразрушающего контроля, определяемая количеством (в том числе и в размерных единицах: длиной, площадью, объемом) объектов и применяемых видов (методов) контроля.
6	Метод неразрушающего контроля	NDT method	Метод контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению, основанный на том или ином физическом явлении
7	Вид неразрушающего контроля	Kind of NDT	Условная группировка методов неразрушающего контроля, объединенная общностью физических характеристик
8	Радиационный неразрушающий контроль	Radiation nondestructive testing	Вид НК, основывающийся на регистрации и анализе ионизирующего излучения после взаимодействия с контролируемым объектом.(ГОСТ 18353-79)
9	Вихретоковый неразрушающий контроль	Eddy current nondestructive testing	Метод, основанный на измерении амплитуды сигнала преобразователя.(ГОСТ 18353-79), ГОСТ 24289-80 )
10	Ультразвуковой неразрушающий контроль	Ultrasonic nondestructive testing	Вид НК, в основе которого регистрация параметров акустических (ультразвуковых) волн, возбуждаемых и (или) возникаемых в контролируемом объекте.(ГОСТ 18353-79)
11	Магнитный неразрушающий контроль	Magnetic nondestructive testing	Вид НК, в основе которого лежит анализ и регистрация взаимодействия магнитного поля с контролируемым объектом (ГОСТ 18353-79)
12	Капиллярный (проникающими веществами) неразрушающий контроль	-	Вид НК, основанный на проникновении веществ в полости дефектов контролируемого объекта (ГОСТ 18353-79)
13	Течеискание	Leak nondestructive testing	Вид НК, основанный на проникновении веществ при выявлении сквозных дефектов (ГОСТ 18353-79)
14	Электрический неразрушающий контроль	Electrical nondestructive testing	Вид НК, основанный на регистрации параметров электрического поля, взаимодействующего с контролируемым объектом или возникающего в контролируемом объекте в результате внешнего воздействия (ГОСТ 18353-79)
15	Оптический неразрушающий контроль	Optical nondestructive testing	Вид НК, основанный на регистрации параметров оптического излучения, взаимодействующего с контролируемым объектом (ГОСТ 18353-79)
16	Радиоволновой неразрушающий контроль	Radiowave nondestructive testing	Вид НК, основанный на регистрации изменений параметров электромагнитных волн радиодиапазона, взаимодействующих с контролируемым объектом (ГОСТ 18353-79, ГОСТ 25313-82)

17	Тепловой контроль	неразрушающий	Thermal nondestructive testing	Вид НК, основанный на регистрации изменений тепловых или температурных полей контролируемых объектов, вызванных дефектами (ГОСТ 18353-79)
----	-------------------	---------------	--------------------------------	---

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Полный спектр оборудования неразрушающего контроля и технической диагностики, включая оснащение и производство передвижных лабораторий и комплексов.	ООО «Русконтроль» ( <a href="http://www.ruscontrol.com">http://www.ruscontrol.com</a> )	Мобильные диагностические комплексы, предназначенные для проведения диагностических работ на промышленных объектах нефте- и газопроводов, крупных производств, кабельных линиях и подстанционном оборудовании. Достижение лидирующих позиций на рынке в области поставок полного спектра оборудования для контроля и технической диагностики
2	Оборудование, принадлежности и методики по всем основным методам и направлениям неразрушающего контроля и технической диагностики	ООО «Экспериментальный завод импульсной техники» ( <a href="http://www.imp-zavod.ru/product.php">http://www.imp-zavod.ru/product.php</a> )	Профилирующими направлениями деятельности являются разработка и производство малогабаритных импульсных рентгеновских аппаратов серии САРМА, вихретоковых и ультразвуковых сканеров дефектоскопов ВД-СКАНЕР, УЗ-СКАНЕР, систем диагностики катодной коррозионной защиты трубопроводов MoData 3. Предприятие имеет ряд успешных совместных проектов с крупнейшими разработчиками диагностической техники Англии, Германии, России, Украины и Молдовы.
3	Радиоскопический метод неразрушающего контроля	ЗАО Научно-исследовательский институт интроскопии МНПО Спектр	Перспективный способ контроля сварных швов и диагностики трубопроводов. Служит для обеспечения безопасной эксплуатации магистральных трубопроводов, трубопроводов атомных реакторов и изделий атомной промышленности
4	Инновационный проект – первый отечественный цифровой рентгеновский	Томский государственный университет ( <a href="http://www.tsu.ru/content/news/news_tsu/36853/">http://www.tsu.ru/content/news/news_tsu/36853/</a> )	На базе Томского электротехнического завода и ОАО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» подготовлено производство рентгеновских микротомографов,

	микротомограф		созданных учеными под эгидой Томского государственного университета.позволяет в кратчайшие сроки производить трехмерную реконструкцию исследуемых объектов и обнаруживать и отображать в цвете дефекты. Работа рентгеновского микротомографа полностью автоматизирована и не требует вмешательства пользователя в процесс построения 3D-модели и поиска дефектов. Ни один из представленных на мировом рынке рентгеновских микротомографов не обладает такой функцией.
5	Низкочастотный ультразвуковой томограф A1040 MIRA	Научно-производственная фирма Акустические контрольные системы	Ультразвуковой томограф A1040 MIRA предназначен для контроля конструкций из бетона, железобетона и камня при одностороннем доступе к ним с целью определения целостности материала в конструкции, поиска инородных включений, полостей, непроливов, расслоений и трещин, а также измерения толщины объекта контроля. Возможен контроль объектов с толщиной до 2,5 метров.Преимущества: прибор имеет встроенный компьютер, позволяющий обрабатывать данные непосредственно в процессе работы, представлять их на экране и сохранять в памяти. Для расширенной обработки данных с помощью специализированного программного обеспечения существует возможность передать их на внешний компьютер.

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	NDT Resource Center ( <a href="http://www.ndt-ed.org/index_flash.htm">http://www.ndt-ed.org/index_flash.htm</a> )	Iowa State University, <a href="http://www.ndt-ed.org">www.ndt-ed.org</a> (США)	Образовательный сайт неразрушающего контроля для специалистов и педагогов со всего мира. Сайт создан, чтобы стать исчерпывающим источником информации и материалов для технического образования по НК.
2	African NDT Centre ( <a href="http://www.andtc.com/default.asp">http://www.andtc.com/default.asp</a> )	South Africa, Suite 403 Block 4 Island Office Park 35-37, Island Circle Road Riverhorse, Valley Durban ()	Подготовка, проверка и Консалтинговые Услуги в области неразрушающего контроля
3	Belorussian Association on Nondesructive Testing and Tech-	Belorussian Polytechnical	Независимая добровольная общественная организация,

	<p>nical Diagnostics (BANDT&amp;TD)  <a href="http://www.ndt.net/article/wcndt00/papers/idn304/idn304.htm">http://www.ndt.net/article/wcndt00/papers/idn304/idn304.htm</a></p>	<p>Academy, Belorussian State University Institute of Applied Physics of National Academy of Sciences of Belarus, Mogilev Machine-Building Institute, Belorussian -British Joint Company (Беларусь)</p>	<p>созданная на базе свободного объединения инженеров, технических специалистов, ученых и лиц. Участвует в развитии и популяризации неразрушающего контроля и технической диагностики.</p>
--	--	---	--

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	НПЦ «Динамика»	Россия, 644040, г. Омск, ул. Нефтезаводская, 53 (( <a href="http://www.dynamics.ru/training/training-and-certification/">http://www.dynamics.ru/training/training-and-certification/</a> )) (0)	Независимый орган аттестации персонала в области неразрушающего контроля
2	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	Центр дополнительного профессионального образования ИДНО ТПУ. г. Томск, пр. Ленина, 30 (Главный корпус), ауд. 324 ( <a href="http://portal.tpu.ru/departments/centre/cdp/img/A_PK/programm_23_3.htm">http://portal.tpu.ru/departments/centre/cdp/img/A_PK/programm_23_3.htm</a> ) (0)	Профессиональные компетенции в области методов и средств неразрушающего контроля объектов машиностроения; изучение современных тенденций в области проведения неразрушающего контроля различными методами.
3	Экспертный консалтинговый центр	105082, г. Москва, ул. Фридриха Энгельса, д. 75, стр. 5, офис 54 ( <a href="http://екс-eventus.ru/obuchenie-specialistov-nerazrushayushhego-kontrolya">http://екс-eventus.ru/obuchenie-specialistov-nerazrushayushhego-kontrolya</a> ), (0)	Обучение методам неразрушающего контроля, ознакомление с разного рода инновационными технологиями в сфере строительства, диагностирования и реконструкции уже существующих объектов (нефте- и газодобывающие, химические, нефтеперерабатывающие, металлургические, нефтехимические, коксохимические предприятия, а также электро- и теплосети, трубопроводы, подъемные сооружения, железные дороги).

### **1.3. Новое поколение датчиков и систем обработки данных, обеспечивающих контроль и регулировку технологических процессов при экстремальных условиях эксплуатации**

Эксперт: Иванчук Николай Андреевич

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор

Место работы: Государственный научный центр «Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт теплоэнергетического приборостроения»

Должность: директор по научно-технической стратегии

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Председатель Межгосударственного совета по радионавигации;
- Член Государственной комиссии по электросвязи при Минсвязи России;
- Председатель научного совета по средствам отображения информации при Минпромнауки России;
- Член координационного совета по программе ГЛОНАСС при Роскосмосе;
- Член Президиума научно-технического совета Минсвязи России;
- Член объединенного совета по защите диссертаций ДСО 409.011.01 ВАК Минобрнауки при ОАО «МАК «Вымпел».

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

К экстремально тяжелым относятся новые технологии ядерной энергетики (реакторы на быстрых нейтронах, ядерные двигатели для межпланетных перелетов и ряд других), высокоэффективной и экологически чистой тепловой энергетики, освоения глубин Мирового океана, жизнеобеспечения в экстремальных условиях, исследования земных недр и добычи полезных ископаемых, а также ряд химических и металлургических технологий. Условия эксплуатации этих технологий характеризуются экстремально высокими температурами, давлениями, механическими воздействиями, наличием химически и биологически агрессивных сред, ионизирующих излучений, электромагнитных помех, вредоносных воздействий по информационным каналам. Безопасная и эффективная эксплуатация оборудования невозможна без соответствующего приборного обеспечения, основой которого являются специализированные датчики, контролирующие основные параметры технологического процесса, к числу которых относятся температура, давление, деформация, расход жидкостей (воды, жидкометаллического теплоносителя и др.) и газов, состав смесей. При этом к датчикам предъявляются повышенные требования к диапазонам и точности измерений, устойчивости к всевозможным агрессивным воздействиям, надежности и долговечности (например, в ядерных реакторах требуется непрерывная работа без ремонта и замены в течение 60 и более лет). В России имеются технологии создания таких приборов на уровне действующих в настоящее время требований, однако требованиям перспективных технологий они уже не удовлетворяют. Эти технологии доведены до пределов физической реализуемости, достигнутых на момент их создания, и уже не позволяют обойтись простой модернизацией.

За последние годы достигнуты большие успехи в создании новых материалов, в нанотехнологиях, микроэлектронике и микросистемотехнике, в информационных технологиях. Интегрированное использование этих достижений открывает принципиальную возможность, с учетом накопленного опыта в специальном приборостроении, создать новое поколение уникальных интеллектуальных датчиков для систем приборного обеспечения вышеуказанных, а возможно, и ряда других прорывных технологий. Отсутствие адекватного приборного обеспечения существенно задержит развитие этих технологий. Закупка необходимых приборов за рубежом, как альтернатива созданию предлагаемой новой производственной технологии, не имеет серьезной перспективы как с точки зрения технологической независимости и безопасности, так и по причине наличия ограничений на поставку в Россию высокотехнологичного оборудования.

Разработка и производство нового поколения датчиков и соответствующих систем обработки данных, обеспечивающих контроль и регулировку технологических процессов при экстремальных условиях эксплуатации является важным наукоемким направлением и может быть отнесено к числу приоритетных научных задач общегосударственного значения.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Джексон Р.Г.	Новейшие датчики.	Сан Диего, США	Излагаются основы конструктивного построения и принципы действия датчиков на основе использования новейших технологий
2	Дж. Фрайден	Современные датчики. Справочник.	Сан Диего, США	Излагается обзор разнообразных типов современных датчиков
3	Herausgegeben von prof Dr Horst Stocka	Taschenbuch der Physyk	Frankfurt am Main, Deutschland	Приводятся таблицы свойств новых материалов, излагаются способы их применения

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Тиняков Ю.Н., Милешин С.А., Андреев К.Л., Цыганков	Анализ конструкций зарубежных прототипов датчиков давления. Издание	Издание Наука и Образование, №09, сентябрь 2011	Приводится обзор современных конструкций и принципов действия зарубежных датчиков давления
2	Отв. редактор А.Л.Асеев и В.А.Гриценко	Синтез, свойства и применение диэлектриков с высокой диэлектрической проницаемостью в кремниевых приборах	Изд. СО РАН, Новосибирск, 2011г.	Предлагаются способы уменьшения размеров элементов в электронных приборах на основе МОП технологий

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Теплоэнергетика	ООО МАИК Наука/Интерпериодика	Теоретический и научно-практический журнал по проблемам современного состояния теплоэнергетической науки и техники, НИОКР, опыта эксплуатации теплоэнергетических установок
2	Информационно-управляющие системы	Изд. ПОЛИТЕХНИКА, С – ПЕТЕРБУРГ	Состояние НИОКР в области телекоммуникаций, защиты и обработки информации, систем управления, информационно-управляющих систем различного назначения
3	Надежность и безопасность энергетики	НПО Энергобезопасность Москва	Вопросы обеспечения надежности и безопасности энергогенерации и энергопотребления, управления технологическим оборудованием
4	Сенсорные системы	ООО МАИК Наука/Интерпериодика	Публикации по вопросам фундаментальных исследований сенсорных систем
5	Цифровая обработка сигналов	НТО РЭС им. Попова, Москва	Теоретические методы и техническая реализация цифровой обработки сигналов
6	Moscow International Symposium on Magnetism	Lomonosov Moscow State University, 2014	Приложения современной теории магнетизма, в том числе в технологиях измерений
7	XX IMECO World Congress Metrology for Green Growth	Busan, Republic of Korea	Метрологические качества приборов различных принципов действия
8	International Congress of Metrology	Paris, France	Метрологические качества приборов измерения практически всех величин
9	Flow Measurement Conference (FLOMECO)	Taipei, Taiwan	Метрологические качества расходомеров и скоростемеров

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	A. Namai	Department of Chemistry, School of Science, The University of Tokyo, Japan	Наноматериалы, магнитные наноструктуры

2	L. Rosta	Wigner research Centre for Physics, Institute for Solid State Physics and Optics. Budapest, Hungary	Молекулярно-динамическое моделирование наноматериалов
---	----------	---	---

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Вельт И.Д.	ГНЦ ОАО НИИТеплоприбор, Москва	Электромагнитные расходомеры
2.	Белоглазов А.В.	ГНЦ ОАО НИИТеплоприбор, Москва	Тонкопленочные технологии в измерительной технике
3	Куржий Ю.С.	ГНЦ ОАО НИИТеплоприбор, Москва	Датчики температуры, давления и разности давлений
4	Каминский Ю.Д.	ГНЦ ОАО НИИТеплоприбор, Москва	Лазерные технологии измерения
5	Волков Г. А.	Институт проблем машиностроения РАН, С.-Петербург	Методы ультразвуковой обработки Материалов, механика разрушения
6	Вельт И.Д.	ГНЦ ОАО НИИТеплоприбор, Москва	Электромагнитные расходомеры

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Пределы измерений	–	Диапазон значений измеряемого параметра – от минимального до максимального значения, при которых сохраняются заданные метрологические характеристики
2	Динамический и частотный диапазоны измерений	–	Допустимое отношение максимального и минимального значений измеряемого параметра при его изменении в процессе измерения и допустимый частотный диапазон этих изменений
3	Допустимые условия эксплуатации	–	Диапазоны значений температур, давлений, механических воздействий, химических, радиационных, электромагнитных и других
4	Чувствительный элемент	–	Устройство, преобразующее величину измеряемого параметра в электрический сигнал
5	Система обработки сигнала	–	Микропроцессорные или иные устройства, автоматически осуществляющие обработку регистрируемого сигнала по заданной программе

6	Устройство вывода информационного сигнала	–	Канал передачи (проводной или беспроводной, аналоговый или цифровой) информации с выхода системы обработки сигнала в информационно-управляющую систему более высокого уровня
---	---	---	--

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Датчики измерения давления, расхода, уровня, сигнализаторы наличия натрия	Белоярская АЭС	Датчики установлены в реакторах на быстрых нейтронах БН-600 и БН-800 и рассчитаны на измерение параметров в 1-м контуре реактора при температуре жидкометаллического теплоносителя (натрий) до 600 град. С и давлений до 4 МПа, Рабочая температура в приборном отсеке – до 60 град. С. Предполагается дальнейшее повышение мощностей реакторов, замена жидкого теплоносителя (натрий) на более тяжелый (висмут, свинец-висмут, литий) с более высокими температурами – до 800 и более град.С. Потребуется повышение рабочих сечений расходомеров, повышение рабочих температур в приборном отсеке – до 300-400 и более градусов, что позволит облегчить конструкцию защитных систем реактора. Достигнутая продолжительность непрерывной эксплуатации – 30 лет, перспективная – до 60 и более лет
2	Датчики давления и разности давлений, датчики расхода морской воды	Изделия ЦКБ морской техники	Датчики установлены на подводных аппаратах, в том числе для проведения работ на шельфе, а также для глубоководных исследований. Достигнутый уровень рабочих глубин – до 6 км, перспективный – до 11 и более км

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Эмерсон	Сент-Луис (США)	Приборы и оборудование промышленной автоматизации и управления технологическими процессами
2	Сименс	Берлин, Мюнхен (Германия)	Оборудование и измерительные приборы для энергетики, транспорта,

			электротехники, медицины
3	Июкогава	Токио (Япония)	Датчики давления, расходомеры (в том числе двухфазные), рефлектометры, манометры, кондуктометры, ротаметры

#### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Государственный научный центр ОАО	Москва, пр. Мира, 95 (7717546420)	Проведение НИР и ОКР в интересах создания приборов для измерения теплоэнергетических параметров атомных и тепловых энергетических установок, а также уникальных приборов специального назначения, средств автоматизации управления технологическими процессами в интересах обеспечения безопасности и эффективности контролируемого оборудования. Координация научно-технической деятельности по закрепленным направлениям. Метрологическое обеспечение, поверка и сертификация средств измерения
2	Группа предприятий МЕТРАН	Челябинск, Комсомольский пр-т, 29 (7448024720)	Разработка, производство и сервисное обслуживание интеллектуальных средств измерений для отраслей промышленности – датчиков давления, температуры, уровня, расходомеры, уровнемеры, системы дозирования

#### **1.4. Автоматизированная система контроля производственных процессов**

Эксперт: Царегородцев Анатолий Валерьевич

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Должность: заведующий кафедрой «Информационная безопасность».

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- УМО вузов по образованию в области информационной безопасности.
- Общественно-государственное объединение «Ассоциация документальной электросвязи».
- Председатель и член ГАК (ГЭК) ряда вузов Московского региона по направлению «Информационная безопасность» и подготовки специалистов по защите информации (НИЯУ МИФИ и др.).

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Оптимизация процессов планирования производства и контроля за технологическими операциями является для производственных компаний одним из основных резервов снижения себестоимости продукции и повышения ее качества. Необходимость автоматизированного сбора, обработки и учета оперативной информации в ходе производственных процессов существует практически во всех компаниях, так или иначе связанных с производственной деятельностью. На сегодняшний момент рядом компаний внедрены т.н. ERP-системы, выполняющие функции планирования и контроля производственных процессов.

Основные тенденции развития систем данного типа сводятся к синтезу системы, которая бы удовлетворяла таким требованиям, как надежность и высокая отказоустойчивость, универсальность, совместимость и др.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	McClellan Michael	Applying Manufacturing Execution Systems	APICS	Computer systems have become an integral part of most companies. The newest of these is Manufacturing Execution Systems (MES), a technology that provides on-line application software that companies rely on to manage their manufacturing processes. Applying Manufacturing Execution Systems is the book for everyone who has the responsibility of improving their company's manufacturing results. It shows how the current conditions on the plant floor can be optimized to improve production output using an integrated MES.
2	Heiko Meyer, Franz Fuchs, Klaus Thiel	Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning, and Deployment	AAVA	Streamline the production process from top-tier management to the plant floor using cutting-edge MES tools and techniques. Manufacturing Execution Systems shows, step-by-step, how to select hardware and software, develop implementation plans, and maintain an integrated MES solution across your entire enterprise. Learn how to maximize process capability, generate manufacturing intelligence, handle order fulfillment and QA, and ensure optimal ROI.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Загидуллин Р. Р.	Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP	СибНИИ НП	Монография посвящена вопросам управления и планирования в машиностроении. Рассмотрены вопросы позиционирования и выбора систем управления и планирования в машиностроении. Представлены модели и критерии планирования в системах MES, APS и ERP. Рассмотрены основы разработки алгоритмов составления расписаний, методы управления технологическими процессами на стадии их проектирования. Рассмотрены имитационные и стохастические модели

				планирования производственных процессов, модели и методы управления качеством продукции.
--	--	--	--	--

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	R&D Magazine	<a href="http://www.rdmag.com">http://www.rdmag.com</a>	Laboratory R&D professionals across the globe face numerous challenges while striving to play a key role in significant advancements in research that improve our nation. Pressure is on these professionals to secure and obtain funding in a now-stabilizing economy, while devising innovative ideas and making them a reality to improve our everyday lives and futures.
2	Конкурс «ТЕХНОСТАРТ 2014»	<a href="http://www.facebook.com/omztstart">http://www.facebook.com/omztstart</a>	Конкурс инновационных проектов и акселератор в сфере технологий для машиностроения, нацеленный на эффективный диалог отобранных и подготовленных стартапов с корпорациями – стратегическими инвесторами и индустриальными заказчиками.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	McClellan Michael	APICS	Manufacturing Execution Systems
2	Fowler Paul	NACFAM	Manufacturing Execution Systems, IT

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Загидуллин Р. Р.	СИБНИИНП	Управление и планирование в машиностроении

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Технологический объект	-	Помещение или оборудование, в котором протекает один или несколько технологических процессов
2	Enterprise resource planning	-	A suite of integrated applications—that a company can use to store and manage data from every stage of business - Product planning, cost and development - Manufacturing - Marketing and sales - Inventory management - Shipping and payment
3	Manufacturing Execution Systems	-	Computerized systems used in manufacturing

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Тетра Пак АО	Московская область, Королёв г., Советская улица, 73	Система планирования и контроля производства находится в промышленной эксплуатации в производственном филиале Тетра Пак в г. Королеве. Система разработана и внедрена с целью автоматизации процессов планирования производства, учета сырья, материалов и готовой продукции, а также контроля производственных процессов.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	National Aeronautics and Space Administration	Washington, DC 20546 (США)	Extend and sustain human activities across the solar system Expand scientific understanding of the Earth and the universe

			Create innovative new space technologies Advance aeronautics research Enable program and institutional capabilities to conduct NASA's aeronautics and space activities Share NASA with the public, educators, and students to provide opportunities to participate
--	--	--	---

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ФТИ им. А.Ф. Иоффе	194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26 (7802072267)	Наноматериалы, оптоэлектроника, энергоэффективность и энергосбережение, в том числе силовая преобразовательная электроника

## **1.5. Акустоэлектронные компоненты для систем контроля производственных процессов**

Эксперт: Кулаков Сергей Викторович

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

Должность: заведующий кафедрой

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– SPIE Fellow.

– IEEE Member».

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В последние годы активно ведутся исследования и внедряются в промышленное производство системы радиочастотной идентификации различных конструкций, в том числе и на базе ПАВ устройств. Применение в системах идентификаторов на ПАВ, позволяет улучшить ряд технических характеристик и снизить стоимость устройств. Исследования в данной области и промышленные разработки активно ведутся в США, Японии, России, Германии, Франции и других странах. В настоящее время разработки и исследования направлены на поиск оригинальных конструкций меток и считывателей, разработку конфигураций системы и поиска специальных сигналов (кодовых последовательностей) для кодирования данных идентификаторов с целью решения следующих задач: повышения дальности действия и информационной емкости системы, возможность одновременного опроса нескольких систем идентификации, идентификация движущихся объектов. Особенно актуально в последнее время применение систем в различных охранных комплексах, системах мониторинга и управления железнодорожного и автомобильного транспорта.

В целом современные исследования и разработки систем радиочастотной идентификации призваны решить задачи ускорения и упрощения процесса идентификации объектов с минимально возможным воздействием на него (в частности, облучением), а также расширения областей применения и создания автоматизированных систем мониторинга, идентификации и учета объектов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Weigel R., Morgan D. et al.	Microwave acoustic materials, devices and applications. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 50, No. 3, (2002), pp. 738-749	IEEE.	This paper surveys applications of acoustic waves in microwave devices. After a general and historical introduction to bulk acoustic waves (BAWs), surface acoustic waves (SAWs), practical wave types, and acoustoelectric transducers, a review is given of technologically important materials for microwave acoustic applications. Following this, we discuss BAW and SAW microwave devices and their technologies. Specifically reviewed are thin-film resonators.
2	Morgan D.	Surface acoustic wave filters with applications to electronics communications and signal processing. Academic Press, 2007	IEEE. Консультант в области поверхностных акустических волн.	The fundamental principles and device design techniques for surface acoustic wave filters. It covers the devices in widespread use today: bandpass and pulse compression filters, correlators and non-linear convolvers and resonators. The newest technologies for low bandpass filters are fully covered such as unidirectional transducers, resonators in impedance element filters, resonators in double-mode surface acoustic wave filters and transverse-coupled resonators using waveguides.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Под редакцией академика РАН Ю.В. Гуляева	Акустоэлектронные устройства обработки и генерации сигналов. М: Издательство «Радиотехника», 2012 г.	ИРЭ РАН	Существующие и развивающиеся подходы к разработке и моделированию акустоэлектронных приборов для генерации и обработки сигналов при использовании в телекоммуникационных, навигационных системах, приборостроении, различных сенсорах и приборах контроля технологических процессов и параметров окружающей среды.

2	Дмитриев В.Ф., Бугаёв А.С., Кулаков С.В.	Устройства на поверхностных акустических волнах. Учебное пособие. СПб.: ГУАП, 2009.	ГУАП	Физические основы акустоэлектронных устройств на поверхностных акустических волнах, а также общие сведения об акустоэлектронных устройствах, широко используемых в современной радиоэлектронике; принципы их функционирования, конструкция, основные характеристики и методы расчета.
---	--	---	------	---

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Ultrasonics, ferroelectrics and frequency control society. Proceedings	<a href="http://www.ieee-uffc.org">http://www.ieee-uffc.org</a>	The theory, technology, materials, and applications relating to: the generation, transmission, and detection of ultrasonic waves and related phenomena; medical ultrasound, and associated technologies; ferroelectric, piezoelectric, and piezomagnetic materials; frequency generation and control, timing, and time coordination and distribution.
2	Wave Electronics & It's Applications Conference	<a href="http://weconf.ru">http://weconf.ru</a>	Акустооптика и акустооптические методы обработки информации. Акустоэлектроника и пьезотехника. Наноэлектроника. Микросистемотехника. Сигналы и телекоммуникационные и информационные системы. Материалы для акустоэлектроники, пьезотехники и акустооптики. Резонаторы, фильтры, генераторы, датчики. Синтез частот. Математическое моделирование устройств волновой электроники.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Victor Plessky	GVR Trade SA	Surface acoustic waves physics and applications: SAW tags, SAW filters for mobile communications, SAW sensors. New piezoelectric materials. CAD methods for SAW devices.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Юрий Васильевич Гуляев	ИРЭ РАН	Физика твердого тела, радиофизика, электроника и информатика.
2	Владислав Иванович Пустовойт	ИТЦ уникального приборостроения РАН	Физика твердого тела, общая теории относительности, акустоэлектроника и акустооптика.

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	RFID	-	Radio frequency identification
2	SAW	-	Surface Acoustic waves
3	САИ	-	Система автоматической идентификации

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Разработка и производство РЧИД-ПАВ систем 2,44 ГГц	ОАО Авангард	

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Sensor	(Франция)	Research, development and industrialization of SAW filters to early days of development of the acoustic-wave based sensing

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ОАО Авангард	Санкт-Петербург, Кондратьевский 72 (0)	Разработка инновационных технологий и производство продукции радиоэлектроники, микросхемотехники и приборостроения.
2	Радар-ммс	Санкт-Петербург, ул. Новосельковская, 37 (0)	Создание интеллектуальных систем наведения.
3	Омский приборостроительный завод	г. Омск, ул.Чернышевского, 2 (0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– автоматизированные профессиональные радиоприемные устройства с микропроцессорным управлением для торгового и промышленного флота, гражданской авиации, сухопутных войск, МВД, телеграфных агентств и коммерческой связи СДВ, ДВ, СВ, КВ и УКВ диапазонов;</li> <li>– переносные приемные и передающие устройства, работающие в КВ и УКВ диапазонах, для приема и передачи телеграфных и телефонных сигналов;</li> <li>– возбуждательные устройства КВ-УКВ диапазонов для формирования телеграфных и телефонных сигналов в составе радиопередатчиков;</li> <li>– прецизионные кварцевые резонаторы и кварцевые опорные генераторы 1,2,3 классов, кварцевые фильтры;</li> <li>– элементы на ПАВ (поверхностных акустических волнах);</li> <li>– микросборки;</li> <li>– ЭТЛ – мобильные (на базе шасси автомобилей) электротехнические лаборатории для испытаний и поиска повреждений электрооборудования силовых кабелей до 10 кВ;</li> <li>– поисковые комплексы, предназначенные для точного определения места повреждения и характера неисправностей высоковольтных кабелей;</li> <li>– УЗБС – устройства защиты бортовой сети для карбюраторных и инжекторных автомобилей различного назначения;</li> <li>– электроустановочные изделия – выключатели, розетки, штепсельные вилки, электропатроны.</li> </ul>

**2 Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования изделий, позволяющие оптимизировать конструкции по различным критериям (прочность, стойкость к агрессивным средам и т. п.)**

**2.1. Полнофункциональная многоплатформенная компьютерная система прочностного инженерного анализа на основе методов конечных и спектральных элементов с адаптацией под гибридные супер-ЭВМ**

Эксперт: Морозов Евгений Михайлович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Должность: профессор.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Академик Санкт-Петербургской академии наук по проблемам прочности;
- Член Межгосударственного координационного совета по проблемам физики прочности и пластичности.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Компьютерная система прочностного инженерного анализа должна обеспечивать:

1) расчёт напряжённо-деформированного состояния произвольного элемента конструкции из упругих, пластичных и вязкоупругих материалов при малых и конечных деформациях с использованием методов конечных и спектральных элементов;

2) распараллеливание вычислительного процесса при использовании компьютерных систем с графическими процессорами, гибридных супер-ЭВМ;

3) оценку возможности разрушения и закритического поведения элементов конструкций при возникновении в них дефектов по моделям и критериям пользователя.

Программный комплекс должен позволять проводить расчет напряженно-деформированного состояния и оценку прочности, и долговечности трехмерных тел (в том числе составных) с заданными геометрическими параметрами, механическими свойствами материала и приложенными нагрузками.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	D. Komatitsch, D. Goddeke, G. Erlebacher, D. Michea	Modeling the propagation of elastic waves using spectral elements on a cluster of 192 GPUs. Computer Science Research and Development, 25(1-2):75–82, 2010	CNRS/University of Aix-Marseille, France	Численное моделирование распространения сейсмических волн в сложно построенных средах на большом GPU-кластере.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин	Параллельные вычисления. БХВ-Петербург, 2002.	НИВЦ МГУ им. М.В.Ломоносова	Книга российских ученых посвящена обсуждению ключевых проблем современных параллельных вычислений. С единых позиций рассматриваются архитектуры параллельных вычислительных систем, технологии параллельного программирования, численные методы решения задач. Вместе со строгим описанием основных положений теории информационной структуры программ и алгоритмов, книга содержит богатый справочный материал, необходимый для организации эффективного решения больших задач на компьютерах с параллельной архитектурой.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	NAFEMS	www.nafems.org	NAFEMS – это Международная Ассоциация Инженерного Моделирования, Анализа и Симуляции, цель которой обеспечение эффективного использования инженерных методов моделирования.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Valery I. Levitas	Iowa State University	Термомеханическая теории фазовых превращений в неупругих материалах.

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Левин Владимир Алексеевич, академик РАН	Институт механики МГУ им. М.В.Ломоносова	Механика, прикладная математика. Разработана методика и с использованием супер-ЭВМ параллельной архитектуры проведены расчеты течения в Японском море с учетом реального рельефа дна и береговых очертаний. С использованием информации, получаемой с геофизических спутников Земли NOAA и др., налажено непрерывное изучение физических полей Тихого океана, крупномасштабных атмосферных явлений.

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	САПР	CAE	Система инженерного анализа
2	Анализ прочности	Strength analysis	Расчетное обоснование коэффициентов запаса прочности конструкций и их элементов

3	Высокопроизводительные вычисления	HPC	Способ организации компьютерных вычислений, при котором программы разрабатываются как набор взаимодействующих вычислительных процессов, работающих параллельно (одновременно). Термин охватывает совокупность вопросов параллелизма в программировании, а также создание эффективно действующих аппаратных реализаций.
---	-----------------------------------	-----	--

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	CUDA	NVIDIA	Программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров фирмы NVIDIA. CUDA SDK позволяет программистам реализовывать на специальном упрощённом диалекте языка программирования Си алгоритмы, выполнимые на графических процессорах NVIDIA, и включать специальные функции в текст программы на Си. Архитектура CUDA даёт разработчику возможность по своему усмотрению организовывать доступ к набору инструкций графического ускорителя и управлять его памятью.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	ANSYS	www.ansys.com (США)	ANSYS – универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа, существующая и развивающаяся на протяжении последних 30 лет, является довольно популярной у специалистов в сфере автоматизированных инженерных расчётов (CAE, Computer-Aided Engineering) и КЭ решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций (включая нестационарные геометрически и

			физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей. Моделирование и анализ в некоторых областях промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование – изготовление – испытания».
--	--	--	---

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ООО «Фидесис»	<a href="http://www.cae-fidesys.com/ru">http://www.cae-fidesys.com/ru</a>	Инжиниринговая компания Фидесис основана в 2009 году специалистами и выпускниками кафедры вычислительной механики МГУ им. М.В. Ломоносова. Компания имеет статус резидента Инновационного центра «Сколково». Фидесис является членом NAFEMS – международного агентства по методам конечных элементов и стандартизации. Тестирование CAE Fidesys выполнено в строгом соответствии со стандартами NAFEMS. Компания является членом Ассоциации разработчиков программных продуктов (АРПП). Команда разработчиков состоит из 35 молодых выпускников МГУ, МГТУ им. Баумана, МФТИ, а также ведущих региональных ВУЗов. В компании есть инжиниринговый центр под руководством 11 профессоров-консультантов, которые являются носителями фундаментальных научных знаний и практических навыков по решению самых сложных и нестандартных задач. Команда компании обладает широкими профессиональными связями и может оперативно привлекать даже самых эксклюзивных специалистов к решению поставленных заказчиком задач. Коллектив компании неоднократно доказывал свою профессиональность и компетентность. Это подтверждают отзывы наших клиентов, среди которых такие лидеры российской промышленности, как Роснано и Росатом.

## **2.2. Гетерогенная высокопроизводительная вычислительная грид-система кластерного типа для проектирования и моделирования изделий**

Эксперт: Токаренко Виктор Федорович.

Ученая степень: кандидат физико-математических наук.

Ученое звание: нет.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».

Должность: начальник лаборатории.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Член секции динамика ГК РОСАТОМ.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Математическое моделирование, основанное на применении супер-ЭВМ, является инструментом обеспечения конкурентоспособности современного общества и государства. Основная причина – возрастающая экономическая эффективность математического моделирования по сравнению с натурными испытаниями. Очередным этапом является достижение производительности 1 Эксафлопс ( $10^{18}$  оп/с), планируемое на 2018-2020 гг. Основные трудности в достижении эксафлопсной производительности – необходимость эффективного использования  $\sim 10^8$  процессорных ядер и преодоление физических ограничений, обусловленных энергопотреблением, надежностью.

В результате выполнения работ должны быть созданы версия грид-системы, основной особенностью которой является самонастройка на решаемые задачи. По заданию Грид-система должна определять оптимальные пути его выполнения, и более того, в процессе выполнения могла бы динамически корректировать ход выполнения задания путем подключения или отключения определенных вычислительных ресурсов. Грид-система сможет объединяться с любой функционирующей грид-системой через соответствующие серверы. Она должна быть способна включать в себя любые ранее выполненные разработки на различных платформах и вычислительных системах в виде сервисов. Должна быть создана распределенная вычислительная грид-система, состоящая из независимых сервисов на различных платформах. Общее поле внешней памяти, состоящее из множества типов распределенных запоминающих устройств. На базе данных технологий должны быть созданы распределенные гетерогенные высокопроизводительные грид-системы кластерного типа для решения широкого класса задач поддержки развития перспективных производственных технологий в различных секторах экономики.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Foster I., Kesselman C. and Tuecke S	The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. International Journal of High Performance Computing Applications 15 (3). 200-222. 2001.	Mathematics and Computer Science Division, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, and Department of Computer Science, University of Chicago, Information Sciences Institute, University of Southern California	Инструментарий для интеграции программных ресурсов в распределенную вычислительную среду типа Grid, обеспечивающие их координированное совместное использование.
2	Henning M.	New Approach to Object-Oriented Middleware. IEEE Internet Computing, vol. 08, no. 1 (2004) 66-75	ZeroC, Inc. 4425 Military Trail, Ste 209 Jupiter, FL 33458 USA	Технология Ice обладает рядом достоинств, делающих ее привлекательной для реализации распределенных научных приложений и вычислительных сред.
3	Michi Henning, Mark Spruiell	Distributed Programming with Ice. ZeroC, Inc. Revision 3.2.1, August 2007.	ZeroC, Inc. 4425 Military Trail, Ste 209 Jupiter, FL 33458 USA	Технология Ice обладает рядом достоинств, делающих ее привлекательной для реализации распределенных научных приложений и вычислительных сред.
4	Heba Kurdi, Maozhen Li, and Hamed Al-Raweshidy	A Classification of Emerging and Traditional Grid Systems. IEEE Distributed Systems Online, March 2008	Brunel University	Реализация концепции новейших гридов могла бы справиться с проблемой отделения грид-технологий от пользователя. Представляемая классификация грид-систем ставит своей целью мотивацию исследований в этой развивающейся области и установление ее базовых принципов.
5	David F. Snelling, Ali Anjomshoaa, Francis Wray, Achim	NextGRID Architectural Concepts. CoreGRID 2007: 3-13	Fujitsu Laboratories of Europe Limited, Hayes, Middlesex, UB4 8FE, United Kingdom, EPCC, University of Edinburgh, Edinburgh, EH9 3JZ, United Kingdom NEC Europe Limited, C&C	В данной работе рассматривается концептуальная модель архитектуры проекта NextGRID. Для того чтобы облегчить общее понимание архитектуры и её реализации, эта концептуальная

	Basermann, Mike Fisher, Mike Surridge, Philipp Wieder		Research Laboratories, D-53757 Sankt Augustin, Germany,	модель описана в виде набора архитектурных принципов и простой декомпозиции архитектуры.
6	Kensaku Kawamoto, David F. Lobach	Proposal for Fulfilling Strategic Objectives of the U.S. Roadmap for National Action on Decision Support through a Service - oriented Architecture Leveraging HL7 Services. J Am Med Inform Assoc. 2007 Mar-Apr; 14(2): 146–155.	Duke University	Американская ассоциация медицинской информатики, определяет шесть стратегических целей для достижения широкомасштабного эффективного применения CDS (clinical decision support). В настоящей работе предлагается использовать для CDS ориентированную на службы архитектуру (SOA – Service-Oriented Architecture).
7	Mike Surridge, Steve Taylor, David De Roure, Ed Zaluska	Experiences with GRIA – Industrial applications on a Web Services Grid. e-Science 2005: 98-105	IT Innovation Centre, 2 Venture Road, Southampton, SO16 7NP, UK, Electronics and Computer Science, University of Southampton, Southampton, SO17 1BJ, UK	Разработка промежуточного программного обеспечения GRID для промышленности. Особое внимание уделяется простоте установки, снижению затрат на поддержку и удобству для конечных пользователей.
8	Heinz Stockinger	Defining the grid: a snapshot on the current view. J Supercomput (2007) 42: 3–17	Swiss Institute of Bioinformatics	Рассматриваются задачи, решаемые с помощью грид-систем и пути их дальнейшего развития.
9	Dominique A. Heger, Fortuitous Technology,	An Introduction to Grid Technology – Vision, Architecture, & Terminology. Austin, TX, 2006	IBM	Введение в Grid – технологии – видение, архитектура и терминология.
10	Кулаков Ю.А., Русанова О.В., Шевело А.П.	Иерархический способ планирования для GRID. Вісник НТУУ «КПІ» Інформатика, управління та обчислювальна техніка: збірник наукових праць. – 2009. – № 51. – С. 13–21.	Національний технічний університет України	Статья посвящена повышению пользовательской производительности Grid систем за счет более эффективного способа планирования вычислений. Предложен усовершенствованный иерархический способ планирования, ориентированный на один из трех критериев оптимизации по выбору пользователя. Эффективность данного

				способа обеспечивается за счет разработанных авторами списочных алгоритмов для однородных и неоднородных узлов Grid систем, а также предложенных способов трансформации графов задач.
--	--	--	--	---

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	А.П. Афанасьев, В.В. Волошинов, О.В. Сухорослов	Интеграция инструментария IARnet с технологией ICE1. Информационные технологии и вычислительные системы. 2008-Вып. 1	ИСА РАН	В статье описываются архитектура и реализация экспериментальной версии инструментария IARnet, основанной на технологии Ice. В качестве примера использования инструментария рассматривается реализация высокоуровневого сервиса обработки геоданных.
2	А.И. Аветисян, Д.А. Грушин, А.Г. Рыжов	Системы управления кластерами. Труды Института системного программирования РАН. Том 3. 2002 г.	ИСП РАН	Рассматриваются основные функции, обеспечиваемые системой управления кластером, основные архитектурные особенности систем управления, описываются наиболее интересные системы управления кластером. На основе анализа существующих систем формулируются требования к системе управления кластером, разрабатываемой в ИСП РАН.
3	С.М. Абрамов, А.А. Московский, В.А. Роганов, П.Е. Велихов	Суперкомпьютерные и GRID-технологии. // Пути ученого. Е.П. Велихов / ред. Смирнов В.П.. М. : РНЦ Курчатовский институт, 2007.	ИПС РАН, SDSC, США	Рассматриваются общие вопросы, связанные с суперкомпьютерными и Grid-технологиями. Особое внимание уделяется работам, выполняемым (или планируемым к выполнению) в Институте программных систем Российской академии наук (ИПС РАН).

4	С.М. Абрамов, В.А. Роганов	Динамическая специализация как средство оптимизации распределенных вычислений и как метод создания адаптивных сервисов для GRID- систем. Программные системы: теория и приложения. Исследовательский центр мультипроцессорных систем ИПС РАН, 2004.	ИПС РАН	Рассматривается использование динамической специализации для оптимизации распределенных вычислений и создания адаптивных сервисов в GRID-системах. В качестве средства распараллеливания вычислений рассматривается T-система. Предполагается, что читатель знаком с основными понятиями следующих областей теории и практики программирования: специализация программ, GRID-технологии, T-система.
5	В.Н Коваленко, Д.А. Корягин	Организация ресурсов грид. Препринты ИПМ, 2004	ИПМ им. М.В.Келдыша РАН	Оценка программных продуктов для распределенного компьютеринга.
6	О.В. Сухорослов	Развитие моделей программирования в Grid. ИПМ им. М.В.Келдыша РАН Москва 2005.	ИСА РАН	Для реализации новых Grid-приложений требуются высокоуровневые средства и модели программирования в Grid. Данная работа посвящена не только тому, что уже сделано в этом направлении, но и намечает дальнейшие пути развития моделей программирования в Grid.
7	О.И. Самоваров, Н.Н. Кузюрин, Д.А. Грушин, А.И. Ав	Проблемы моделирования grid-систем и их реализации	ИСП РАН при сотрудничестве с ВЦ РАН а также с МФТИ <a href="http://agora.guru.ru/abrau2008/pdf/050.pdf">agora.guru.ru/abrau2008/pdf/050.pdf</a>	В статье представлена среда моделирования, которая позволяет адекватно оценивать поведение распределенных Grid-систем при изменяющихся условиях и оптимизировать стратегии управления потоками задач.
8	Абрамов А.Г.	Технологии распределенных вычислений и систем в РФ: основные события, проекты и достижения 2008 года. – СПб., 2008.	Кафедра гидроаэродинамики СПбГПУ, Санкт-Петербургский филиал ФГУ ГНИИ ИТТ	Настоящий материал представляет собой обзор наиболее общих тенденций развития, значимых событий и ключевых разработок в области технологий распределенных вычислений и систем в России по итогам 2008 года.

9	Березовский П.С., Коваленко В.Н..	Способ построение Грид из некластированных ресурсов. ИПМ им. Келдыша, 2011.	ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	Рассмотрены способы построение грид-систем для некластированных систем (персональные компьютеры, раюочие станции и т.п).
10	В.Н.Коваленко	Комплексное программное обеспечение грида вычислительного типа. ИПМ им. М.В. Келдыша РАН Препринт 2007.	ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	Работа посвящена анализу наиболее полной формы современного программного обеспечения грида – программных платформ. Рассмотрены: формы пользовательской деятельности с распределенными компьютерными, файловыми и информационными ресурсами; программные методы интеграции ресурсов; технологии поддержки функционирования грида и виртуальных организаций.
11	В.Н. Коваленко, Е.И. Коваленко, Д.А. Корягин	Управление параллельными заданиями в гриде с неотчуждаемыми ресурсами. ИПМ им. М.В. Келдыша РАН Препринт 2007	ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	В настоящей работе предлагается решение этой задачи с помощью метода опережающего планирования, разработанного для практически важной формы организации грида с неотчуждаемыми ресурсами, когда они не выделяются в грид полностью, а используются в режиме разделения с их владельцами.
12	М.А. Каменщиков, В.Н. Корниенко	Grid и технология открытых систем // Информационные технологии и вычис- лительные системы. – М.; ИМВС РАН, 2003, №3. – С.45-50.	ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	Рассмотрены вопросы применения технологии открытых Grid- структур. Показано, что важнейшим требованием является переносимость таких систем, которая достигается за счет использования стандартных интерфейсов и относится к области открытых систем.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Современные наукоемкие технологии.	Академия Естествознания <a href="http://www.rae.ru">http://www.rae.ru</a>	Медицинские науки, педагогические науки, технические науки, физико-математические науки, биологические науки, геолого-минералогические науки.
2	Перспективы	Центр развития	Системный анализ, управление и обработка информации, элементы и устройства вычислительной

	развития информационных технологий.	научного сотрудничества 630111, г. Новосибирск, ул. Кропоткина, 128/3 – 18 <a href="http://zrns.ru">http://zrns.ru</a>	техники и систем управления, автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, управление в социальных и экономических системах, телекоммуникационные системы и компьютерные сети.
3	Информационные технологии.	Новые технологии 107076, г. Москва, Стромынский пер., 4 <a href="http://novtex.ru">http://novtex.ru</a>	Моделирование и оптимизация, вычислительные системы и сети, интеллектуальные системы, информационно-измерительные системы, информационные технологии в экономике, прикладные интеллектуальные системы.
4	Датчики и системы	СенСиДат-Контрол 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 65, оф. 104 <a href="http://www.ipu.ru/period/pu">http://www.ipu.ru/period/pu</a>	Распределенные систем, приборы и средства автоматизации, теория и принципы построения датчиков, приборов и систем, измерения, контроль, автоматизация.
5	Системы и средства информатики.	Институт проблем информатики РАН 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 44, кор. 2	Информационные технологии накопления, хранения, поиска, обработки, преобразования и отображения информации, архитектура, системные решения и программное обеспечение вычислительных комплексов и сетей новых поколений.
6	Сибирский журнал индустриальной математики.	Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН 630090, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 4 <a href="http://math.nsc.ru/">http://math.nsc.ru/</a>	Методы решения прикладных задач.
7	Автоматика и телемеханика.	Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр РАН Наука	Современные проблемы распараллеливания вычислительных алгоритмов и организации параллельных вычислений, суперкомпьютеры, оптимизация топологии сетей передачи информации большой размерности, решение больших задач в распределенных вычислительных средах, технологии параллельных систем баз данных для иерархических многопроцессорных сред, численные исследования обтекания летательных аппаратов на многопроцессорных вычислительных системах, моделирование индустриальных задач на высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных системах.

8	Информационные технологии и вычислительные системы.	Институт системного анализа РАН 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 9 <a href="http://www.isa.ru/">http://www.isa.ru/</a>	Методы обработки информации, математическое моделирование, прикладные аспекты информатики
9	Журнал радиоэлектроники.	Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, 125009, г. Москва, ул. Моховая, 11, корп. 7	Радиотехника, распространение радиоволн, электродинамика, биомедицинская радиоэлектроника, математические методы в задачах радиоэлектроники, информационные методы радиолокации и элементная база, смежные проблемы радиоэлектроники.
10	Программные системы: теория и приложения.	Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН 152021, Ярославская область, Переславский район, село Веськово, ул. Петра I, дом 4	Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, теоретические основы информатики.
11	Современные технологии. Системный анализ. Моделирование.	Иркутский государственный университет путей сообщения 664074, г. Иркутск-74, ул. Чернышевского, 15, ГОУ ВПО ИрГУП <a href="http://www.iriit.irk.ru">http://www.iriit.irk.ru</a>	Системный анализ. математика. механика и машиностроение, информатика, вычислительная техника и управление. моделирование. приборостроение. метрология. информационно-измерительные приборы и системы современные технологии. транспорт. энергетика. строительство. экономика и управление.
12	Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии.	Научно-исследовательский вычислительный центр Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова <a href="http://srcc.msu.ru">http://srcc.msu.ru</a>	Методы решения сложных многомерных задач математической физики.

13	Известия Российской академии наук. Теория и системы управления.	Академиздатцентр «Наука» РАН	Устойчивость, управление в детерминированных системах, оптимальное управление, компьютерные методы, системный анализ и исследование операций, искусственный интеллект, навигационные системы, системы управления движущимися объектами, робототехника
14	Журнал вычислительной математики и математической физики.	Академиздатцентр «Наука» РАН <a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>	Обзоры и оригинальные исследования в области вычислительной математики, численных методов математической физики, информатики, и других математических дисциплин.
15	Вычислительные технологии.	Институт вычислительных технологий Сибирского отделения РАН 630090, Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6 <a href="http://www.ict.nsc.ru/jct/">http://www.ict.nsc.ru/jct/</a>	Вычислительная и прикладная математика, математическое моделирование, интервальный анализ, компьютерные технологии, геоинформационные системы, электронные библиотеки.
16	Программирование.	Академиздатцентр «Наука» РАН	Общие вопросы программирования, параллельные вычисления, тестирование, верификация и валидация программ.

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Иэн Фостер	Старший научный сотрудник Национальной арагонской лаборатории, член правления Института вычислительных методов и Чикагского университета	Родоначалник разработки промежуточного программного обеспечения Grid Globus Toolkit
2	Карл Кессельман	Руководитель Центра сетевых технологий Института информационных технологий Университета Южной Калифорнии	Родоначалник разработки промежуточного программного обеспечения Grid Globus Toolkit

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Абрамов Сергей Михайлович	Директор Института программных систем РАН, ректор УГП имени А. К. Айламазяна	Специалист в области системного программирования и информационных технологий (суперкомпьютерные системы, телекоммуникационные технологии, теория конструктивных метасистем и метавычислений).
2	Бетелин Владимир Борисович	Директор Научно-исследовательского института системных исследований РАН	Специалист в области автоматизации программирования.
3	Левин Владимир Константинович	Научный руководитель ФГУП «НИИ «Квант»	Труды по разработке элементной базы и структуры высокопроизводительных вычислительных комплексов
4	Четверушкин Борис Николаевич	Директор ИПМ им. М.В.Келдыша РАН	Математическое моделирование, прикладная математика, параллельные вычисления.
5	Шагалиев Рашит Мирзагалиевич	Первый заместитель директора ИТМФ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	Прикладная математика, математическое моделирование.
6	Коваленко Виктор Николаевич	Заведующий сектором ИПМ им. М.В.Келдыша РАН.	Комплексное программное обеспечение грида вычислительного типа
7	Сухорослов Олег Викторович	Старший научный сотрудник Центра грид-технологий и распределенных вычислений ИППИ РАН	Имеет обширный опыт в области проектирования и реализации распределенных систем. Является ведущим разработчиком программного инструментария и облачной платформы MathCloud, предназначенных для создания и интеграции вычислительных сервисов в рамках сервис-ориентированных научных сред.

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Распределенная вычислительная система (РВС)	Distributed computer system	Набор соединенных каналами связи независимых компьютеров, которые для пользователя выглядят единым целым
2	Промежуточное программное обеспечение (ППО)	Middleware	Посредник между пользовательскими программами и ресурсами.

3	Грид	Grid	Инфраструктура, которая обеспечивает вычисления по требованию
4	Грид-технология	Computing Grid	Гетерогенность, масштабируемость, приспособляемость.
5	Веб-сервис	Web Services	Стандарты Веб-сервиса разработаны организациями, предоставляющие удаленный доступ к вычислительным ресурсам.
6	Виртуальные организации (ВО)	Virtual organization (VO)	Ряд людей/организаций, объединенных общими правилами коллективного доступа к вычислительным ресурсам.
7	Программный агент		Процесс способный реагировать на среду исполнения и вызывать изменения в среде исполнения.
8	Облако	Cloud Computing	Предоставление вычислительных ресурсов через интернет по запросу внешнего пользователя.
9	Ресурс	Resources	Программная или аппаратная сущность, предоставляемая или используемая в сети.
10	Узел		Любое аппаратное устройство в распределенной вычислительной сети.
11	Сервер	Server	Поставщик информации в РВС.
12	Сервис	Service	Сетевая сущность, предоставляющая определенные функциональные возможности.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	РДИГ (Российский ГРИД для интенсивных операций с данными – Russian Data Intensive GRID, RDIG)	ИФВЭ, ИМПБ РАН ИТЭФ, ОИЯИ, ИПМ РАН, ПИЯФ РАН, НИЦ «Курчатовский институт», НИИЯФ МГУ, НГУ.	Функционирует в составе глобальной ГРИД-системы EGEE (Enabling Grids for E-science) и проекта WLCG (World LHC Computing GRID), основной задачей которого является создание инфраструктуры региональных центров для обработки, хранения и анализа данных физических экспериментов LHC..
2	Grid NanoNet (ННС)	НИИ ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова. Объединенный институт ядерных исследований, Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова РАН НИЦ «Курчатовский институт».	Проект Грид-ННС, реализуемый в рамках федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации», представляет собой систему, состоящую из базовых грид-сервисов и операционного центра грид-инфраструктуры для обеспечения работы пользователей научных групп и ресурсных центров ННС. Проект должен дать возможность географически распределённым научным и инженерным коллективам – участникам ННС – эффективно и удалённо

			использовать информационную, коммуникационную и вычислительную инфраструктуры. В рамках этого проекта уже разработана детальная архитектура системы Грид-ННС, создано соответствующее программное обеспечение компонентов системы и интерфейсов. В настоящее время ННС находится в опытной эксплуатации.
--	--	--	---

## 8. Зарубежные Гриды.

№ п/п	Наименование	Страна-разработчик (Инициатор разработки)	Цели и задачи
1	TeraGrid	TeraGrid координируется через Грид-Инфраструктуры Group (GIG) в Университете Чикаго, работая в партнерстве с Поставщиком Ресурсов сайтов (США)	Новое направление. TeraGrid это открытая научная инфраструктура сочетание больших вычислительных ресурсов (в том числе суперкомпьютеров, хранения и визуализации научных систем). Девиз TeraGrid: использовать только самое новое программное и аппаратное обеспечение, строить самые быстрые сети, реализовывать новые направления на системе, разрабатывать и совершенствовать структуру и стандарты. TeraGrid включает в себя множество независимых (внешних) ГРИД-сайтов: NCSA, SDSC, ANL, Caltech, PSC (под ETF).
2	GEANT EC	ЕС	В GEANT проект является результатом сотрудничества между 34 партнерами проекта: 32 европейских Ниос, ДАНТЕ и TERENA; и четырех Ассоциированных NREN.
3	GEANT+ACOnet	Австралия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
4	GEANT+BELNET	Бельгия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
5	GEANT+BREN	Болгария	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
6	GEANT+CARNet	Хорватия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
7	GEANT+CYNET	Кипр	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
8	GEANT+CESNET	Чехия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
9	GEANT+Сеть(подключение че-	Дания	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рам-

	рез Сети Nord)		ках сетевого проекта.
10	GEANT+EENet	Эстония	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
11	GEANT+FUNET(подключение через Сети Nord)	Финляндия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
12	GEANT+Renater	Франция	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
13	GEANT+DFN	Германия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
14	GEANT+GRNET	Греция	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
15	GEANT+НИИФИ/HUNGARNE	Венгрия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
16	GEANT+Rhnet	Исландия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
17	GEANT+HEAnet	Ирландия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
18	GEANT+IUCC	Израиль	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
19	GEANT+GAPP	Италия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
20	GEANT+SigmaNet	Латвия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
21	GEANT+LITNET	Литва	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
22	GEANT+RESTENA	Люксембург	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
23	GEANT+MARNet	Македония	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
24	GEANT+Университет Мальты	Мальта	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
25	GEANT+MREN	Черногория	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
26	GEANT+SURFnet	Нидерланды	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.

27	GEANT+UNINETT(подключение через Сети Nord)	Норвегия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
28	GEANT+PIONIER	Польша	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
29	GEANT+FCCN	Португалия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
30	GEANT+AARNIEC/RoEduNet	Румыния	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
31	GEANT+AMRES	Сербия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
32	GEANT+SANET	Словакия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
33	GEANT+ARNES	Словения	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
34	GEANT+RedIRIS	Испания	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
35	GEANT+SUNET(подключение через Сети Nord)	Швеция	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
36	GEANT+ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ	Швейцария	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
37	GEANT+ULAKNET	Турция	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
38	GEANT+ДЖАНЕТ	Великобритания	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
39	GEANT+BASNET	Беларусь	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
40	GEANT+МСЦ	Россия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
41	GEANT+RENAM	Молдавия	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
42	GEANT+УРАН	Украина	Соединение европейских ГРИД в единую систему осуществлено в рамках сетевого проекта.
43	DataGrid-проект ЕС	ЕС	В рамках проекта «CoreGRID» ведутся работы по исследованию и разработке ГРИД-технологий (передача данных, программное обеспечение и приложения и т.д.). Основной упор делается на применение перспек-

			тивных технологий в ГРИД: управление знаниями, построение новых программных моделей и архитектур и т.д. Проект использует собственную инфраструктуру, построенную путем объединения шести европейских институтов.
44	BEinGRID EC	ЕС	Как и «CoreGRID», данный проект направлен на всестороннее изучение и практические исследования применения ГРИД для бизнеса. Проект отличается тесным взаимодействием с существующими общеевропейскими ГРИД-проектами.
45	BRIEN в составе BEinGRID	ЕС	Основное назначение проекта «BREIN» – разработка методов и технологий коммерческого применения ГРИД-технологий. Для достижения этой цели ведутся исследования по переносу различных бизнес-моделей в распределенную среду.
46	SEE-GRID EC	ЕС	Проект объединяет 12 стран, его основной целью является развитие инфраструктуры в регионе стран-участниц. Он активно поддерживается правительствами этих государств.
47	DataGrid	Великобритания	Цель: разработка ПО промежуточного уровня, основанного на Globus и пакета CONDOR, и развертывание полигонов для специфических научных приложений (ФВЭ, наблюдение Земли, биоинформатика).
48	UK National Grid Service (NGS)	NGS учреждена в апреле 2004 г. советом центральной лаборатории CCLRC (Council for the Central Laboratories of the Research Councils), сейчас известной как STFC (Science and Technology Facilities Council). Работает в рамках EDG. (Великобритания)	Доступ к вычислительным ресурсам осуществляется через брокера NGS и прикладной портал NGS. Выполнение и поддержку задач осуществляет брокер ресурсов NGS (Resource Broker), а в качестве ПО middleware используется gLite 3.0 Помимо решения задач в рамках EDG, принимаются задачи от проекта EGEE.
49	D-GRID	В Германии ГРИД организована следующим образом. В марте 2004 г. был создан проект D-GRID, который сегодня является объединением большого количества существующих внутри страны ГРИД-систем. D-Grid образован по D-инициативе Федерального министерства науки. (Германия)	Представленный в Германии ГРИД-проект является полноценной отраслью, способной выполнять практически любые задачи, которые ставят перед ней промышленность, наука и образование, бизнес и экономика, а также задачи в рамках евро- и мирового ГРИД-проектов.
50	D-GRID+AeroGrid	Германия	ГРИД-система, работающая в интересах авиационной промышленно-

			сти, авиационного инжиниринга.
51	D-GRID+AstroGrid-D	Германия	Работа в области астрономии, астрофизики
52	D-GRID+Grid	Германия	Работает на развитие бизнеса. Предоставляет ресурсы под интересы еgr, сеть, предоставляющая сервисы для науки и образования.
53	D-GRID+F&L-Grid	Германия	Предоставляет сервисы для науки и образования.
54	D-GRID+FinGrid	Германия	Решение задач финансового характера, тесное взаимодействие с банковскими структурами.
55	D-GRID+GDI-Grid	Германия	Задачи по сведению ГИС-технологий и ГРИД, разрешение парадигмы «opengis Reference Model (ORM) and the architecture of the OGC Web Services (OWS)».
56	D-GRID+HEPCG	Германия	Возложено решение задач в области физики высоких энергий.
57	D-GRID+Grid	Германия	Тестирование и разработка приложений в интересах ГРИД-проектов.
58	D-GRID+MediGRID	Германия	Исследования в области биомедицины.
59	D-GRID+PartnerGrid	Германия	Е-сотрудничество для индустрии. Работа с cad-проектами.
60	D-GRID+ProGRID	Германия	«Библиотека проектов» – накопление информации об успешно реализованных проектах, предоставление и демонстрация необходимого материала по заказу.
61	D-GRID+SuGI Grid	Германия	На основе базы знаний по ГРИД решение вопросов о расширении возможностей системы, дальнейшего развития, а также постановка экспериментов в данных целях.
62	D-GRID+TextGrid	Германия	Один из первых в Европе проектов по поиску, обработке (синтаксический и семантический разбор, классификация и т.д.), подготовке к изданию текстовой информации.
63	D-GRID+WISENT	Германия	Решение задач в области метеорологии.
64	D-GRID+StemNet	Германия	Предназначенный для взаимодействия с миром фармацевтики, биомедицины, организация единого пространства, единой базы.
65	D-GRID+BauVOGrid	Германия	Работа с ВО, сведение ВО с целевыми ГРИД-системами, организация выделения ресурсов.
66	D-GRID+Biz2Grid	Германия	Основное назначение контроль и управление инфраструктурой систем внутри D-Grid проекта с целью организации наиболее рационального использования информационных и вычислительных ресурсов.
67	D-GRID+C3Grid	Германия	Решение вопроса прозрачности работы в гетерогенной среде вычислительных ресурсов, обеспечение наиболее простого доступа к целевым элементам системы, максимальная открытость для ВО.

68	D-GRID+D-MON	Германия	Решение вопросов мониторинга текущих задач и свободных ресурсов.
69	D-GRID+IVOM	Германия	Координация и менеджмент ВО.
70	D-GRID+Im Wissensnetz	Германия	Девиз «наука доступна каждому», организация некоего единого поля высокотехнологичных наук и доступа к нему с индивидуального рабочего места.
71	D-GRID+eSciDoc	Германия	Обеспечение эффективного информационного обмена в интересах ГРИД, организация конференций, семинаров, обеспечение публикаций.
72	D-GRID+HyperImage	Германия	Решение вопросов имиджа проекта, устранение конфликтных ситуаций.
73	CrossGrid	Польша	Инициатива crossgrid, как и все европейские инициативы, работает в рамках EGEE/LCG, EDG.
74	CrossGrid+Cyfronet	Польша	Отводится роль координатора проектов, управление командой разработчиков и взаимодействия с партнерами по ГРИД.
75	CrossGrid+ICM	Польша	WP1 – разработка прикладного ПО под задачи «Прогнозирование погодных условий», «Загрязнение окружающей среды»; WP3 – предоставление новых сервисов, обеспечение мониторинга; WP4 – проведение испытательных и тестовых работ.
76	CrossGrid+IPJ	Польша	WP1 – разработка прикладного ПО под задачу «Распределенный анализ данных в области физики высоких энергий»; WP4 – проведение испытательных и тестовых работ.
77	BeGrid.	Бельгия	Создана в 2003 г. в исследовательских интересах Бельгии и была включена в ГРИД-карту Европы.
78	IGI	Участниками проекта являются крупнейшие итальянские университеты, исследовательские институты. Сетевая инфраструктура проекта наложена на итальянскую национальную сеть для исследований и образования. (Италия)	Проект «IGI» был открыт в 2006 г. как продолжение другого национального ГРИД-проекта «GRID.IT». Оба проекта направлены на развитие общей европейской доктрины «E-sciencE» и являются частью общей инфраструктуры проекта EGEE. Целью проекта является развитие технологий глобального использования вычислительных ресурсов для различных сфер науки: физики, астрофизики, биологии, медицины, геофизики, экономики и финансов. Большое внимание в проекте уделяется исследованиям и разработке средств для применения технологии «управления знаниями» (knowledge management). Использование такой технологии позволит работать с гигантскими объемами распределенных данных на принципиально новом уровне.
79	INFN Grid	Институт ядерных исследований. (Италия)	Основная цель проекта – разработка программного обеспечения для построения и использования ГРИД-сетей. Важной особенностью данного проекта является широкое использование и активное участие в разработке программного обеспечения «Grid2Win». ПО Grid2Win является

			попыткой переноса общеизвестного ПО для ГРИД «gLite» на Windows-платформу.
80	C-OMEGA	Италия	Создан для разработки, интеграции и промышленного использования ГРИД сервисов в коммерческих интересах.
81	AUSTRIAN GRID	ГРИД организован с помощью Министерства по образованию, культуре и науке. Участниками проекта являются практически все основные научные центры, университеты, государственные службы Австрии.	Направлен на развитие общей инфраструктуры ГРИД в Австрии, разработку нового ПО для ГРИД и международного сотрудничества.
82	BGrid	В Болгарии ГРИД-консорциум образован при Институте параллельных вычислений Болгарской Академии наук. (Болгария)	Занимается исследованиями параллельных вычислений и вопросами участия в различных европейских проектах. Полностью базируется на инфраструктуре указанного института.
83	Grid-Ireland Ирландия	Проект объединяет все крупные университеты и научно-исследовательские центры Ирландии	Использует собственную высокопроизводительную сетевую инфраструктуру (Higher Education Authority Network – HEAnet).
84	NORGRID	Норвежский проект инициирован правительством и предназначен для скорейшего построения ГРИД-инфраструктуры Норвегии. (Норвегия)	Существующая инфраструктура базируется на вычислительных центрах основных университетов и правительства, а также подключена к европейским проектам EGEE и DEISA.
85	TR-Grid Турция	Проект TR-Grid поддерживается государством и подключен к другим европейским проектам. ()	В Турции создание ГРИД-инфраструктуры проходит в рамках программ университетов и академий, как основных центров развития инноваций и науки.
86	EGEE ЕС Полигоном для запуска EGEE послужил LCG (LHC Computing Grid).	Проект финансируется по 6-й рамочной программе Европейской комиссии IST FP6. Консорциум участников проекта включает более 70 институтов из 27 европейских стран.	Построение безопасной, надёжной и устойчивой грид-инфраструктуры. Разработка промежуточного программного обеспечения, gLite, специально предназначенного для использования разнообразными многочисленными научными дисциплинами. Привлечение и поддержка широкого круга пользователей из различных областей науки и промышленности.
87	CNGrid	Национальный проект CNGrid в Китае инициирован и поддерживается правительством. (Китай)	Создан при активной поддержке и на решениях IBM. Является одним из наиболее крупных ГРИД-проектов и сетей в Юго-Восточной Азии. Официально используется университетами Китая для фундаментальных

			и прикладных исследований.
88	CEGP	Национальный проект инициирован и поддерживается правительством. (Китай)	Объединил компьютерные сети нескольких десятков крупнейших университетов страны и предоставил миллионам китайских студентов прямой доступ к базам данных, онлайн-учебным курсам и сервисным приложениям по самым разным направлениям и дисциплинам.
89	EUChinaGRID EC	(Китай)	Главная его цель – объединение европейских и китайских грид-инфраструктур для повышения эффективности совместного использования различных научных приложений, работающих в грид-среде.
90	GARUDA	(Индия)	Предусматривает объединение в грид-сеть 17 крупнейших научно-исследовательских центров страны.

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Учреждение Российской академии наук Институт программных систем имени А.К. Айламазяна	152020, Ярославская обл., Переславский район, село Вельково, ул. Петра Первого, дом 4 (7622004420)	Высокопроизводительные вычисления, программные системы для параллельных архитектур, автоматизация программирования, искусственный интеллект, телекоммуникационные системы и медицинская информатика.
2	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук.	17218, Москва, Нахимовский просп., 36, к.1 (7727086772)	Главной целью Института является выполнение фундаментальных и прикладных научных исследований и разработок в области нанотехнологий, информационных технологий, вычислительных систем, физики и информатики.
3	Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики.	607188, Нижегородская обл., г. Саров, пр. Мира, 37 (5254001230)	ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ – крупнейший научно-технический центр России, в состав которого входят несколько институтов: теоретической и математической физики, экспериментальной газодинамики и физики взрыва, ядерной и радиационной физики, лазерно-физических исследований, научно-технический центр физики высоких плотностей энергии и направленных потоков излучений, а также конструкторские бюро и тематические центры, объединенные общим научным и административным руководством.
4	Московский Государственный Университет имени	119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы. (7729082090)	Суперкомпьютерный центр Московского университета, основу которого составляют суперкомпьютеры «Ломоносов» (510 Тфлопс) и «Чебышев»

	М.В.Ломоносова		(60 Тфлопс). Возможностями комплекса сегодня пользуются более 350 научных групп, представляющих все основные подразделения МГУ, многие институты РАН и организации России (hrc.msu.ru), работающие по таким направления фундаментальных исследований как магнитная гидродинамика, гидро- и аэродинамика, квантовая химия, сейсмика, компьютерное моделирование лекарств, геология и науки о материалах, биоинформатика и биоинженерия, фундаментальные основы нанотехнологий, инженерные расчеты, криптография и многое другое.
5	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».	123182 Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1. (7734111035)	Фундаментальные и прикладные научные исследования на базе уникальных мегаустановок (мегакомплексов) по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации; Техническое перевооружение и дооснащение уникальных установок, разработку и создание принципиально новых установок, лабораторий (комплексов) для проведения фундаментальных и прикладных исследований по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, включая обеспечение ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии организаций-участников.
6	НИИ ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова	119234, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2. (7729048469)	Фундаментальные исследования по физике атомного ядра и ядерных реакций при низких и средних энергиях. Разработка и создание электронных ускорителей нового поколения. Использование пучков $\gamma$ -квантов и заряженных частиц для исследования материалов, в том числе наноструктурированных. Исследование взаимодействий синхротронного, лазерного и радиочастотного излучений с веществом, процессов в наноструктурах. Создание баз и банков ядерных данных. Развитие новых информационных технологий в области данных по физике ядра и ядерных реакций.
7	Объединенный институт ядерных исследований	141980, Московская обл., Дубна, ОИЯИ (5010003440)	Основные направления теоретических и экспериментальных исследований в ОИЯИ – ядерная физика, физика элементарных частиц и исследования конденсированного состояния вещества.
8	Институт прикладной математики имени М. В. Келдыша РАН	125047, Москва, Миусская пл., д.4 (7710063939)	Основное направление деятельности института состоит в использовании вычислительной техники для решения сложных научно-технических проблем имеющих важное практическое значение.

**3 Системы управления производством, обеспечивающие эффективную логистику, взаимодействие между исполнительными устройствами (включая «Интернет вещей», гибкую перестройку производственных линий под индивидуализированные заказы)**

**3.1. Разработка открытых сенсорных распределенных сетей реального времени с возможностью интеграции с имеющейся коммуникационной инфраструктурой**

Эксперт:           Абрамов Геннадий Владимирович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет».

Должность: профессор кафедры Математического и прикладного анализа.

Участие в научных, профессиональных сообществах: нет.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Разработка систем на базе сенсорных сетей с использованием уже имеющейся гетерогенной коммуникационной среды (проводной и беспроводной Ethernet, Bluetooth, ZigBee и др.). Работы в данной области необходимо проводить на стыке таких направлений как радиотехника, телекоммуникационные системы, сети, техническая кибернетика. Для решения этих задач необходимо проведение экспериментальных и теоретических исследований, включающих анализ функционирования информационных систем при использовании гетерогенной среды передачи данных (проводной и беспроводной Ethernet, Bluetooth, ZigBee и др.), механизмов передачи информации (включая программно-конфигурируемые сети). Кроме того, необходимо провести анализ и разработать алгоритмы эффективного функционирования систем для различных реализаций, алгоритмы передачи и обработки информации, и разработать протоколы функционирования, которые необходимо адаптировать под постоянно увеличивающиеся скорости передачи данных, разработка новых протоколов.

Данное направление должно обеспечить эффективное взаимодействие гетерогенных сетей с возможностью встраивания в существующие коммуникационные среды. Разработка системных решений в данной области позволит разработать прикладное программное обеспечение, протоколы обмена, повышающие эффективность и надежность системы в целом. Кроме того, данные технологии возможно использовать при разработке открытых информационных систем в различных областях промышленности, технологий «Умный дом», «Умное здание», «Интернет вещей».

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	S. K. Das, C. Rose,	Coping with Uncertainty in Mobile Wireless Networks. Proc. Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), Sept. 2004.	University Texas at Arlington	The characterisation of uncertainty and the management of Quality of Service are important issues in mobile communications. In a Wireless Sensor Network, there is a high probability of redundancy, correlation and noise in the sensor features since data is often collected from a large array of densely deployed neighbouring sensors. This article proposes a soft computing approach to manage uncertainty by reasoning over inconsistent, incomplete, and fragmentary information using classical rough set and dominance-based rough set theories. A methodological and computational basis is provided and is illustrated in a real world sensor network application of aquatic biodiversity mapping under uncertainty
2	Lui Sha, Rangunathan Rajkumar, John P. Lehoczky	Priority Inheritance Protocols: An Approach to Real-Time Synchronization	Carnegie Mellon University	An investigation is conducted of two protocols belonging to the priority inheritance protocols class; the two are called the basic priority inheritance protocol and the priority ceiling protocol. Both protocols solve the uncontrolled priority inversion problem. The priority ceiling protocol solves this uncontrolled priority inversion problem particularly well; it reduces the worst-case task-blocking time to at most the duration of execution of a single critical section of a lower-priority task. This protocol also prevents the formation of deadlocks. Sufficient conditions under which a set of periodic tasks using this protocol may be scheduled is derived
3	H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobs	RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications	Columbia University	This memorandum describes RTP, the real-time transport protocol. RTP provides end-to-end network transport functions suitable for applications transmitting real-time data, such as audio, video or simulation data, over multicast or unicast network services. RTP does not address resource reservation and does not guarantee quality-of-service for real-time services. The data transport is augmented by a control protocol (RTCP) to allow monitoring of the data delivery in a manner scalable to large multicast networks, and to provide minimal control and identification functionality. RTP and RTCP are designed to be independent of the underlying transport and

				network layers. The protocol supports the use of RTP-level translators and mixers. Most of the text in this memorandum is identical to RFC 1889 which it obsoletes. There are no changes in the packet formats on the wire, only changes to the rules and algorithms governing how the protocol is used. The biggest change is an enhancement to the scalable timer algorithm for calculating when to send RTCP packets in order to minimize transmission in excess of the intended rate when many participants join a session simultaneously.
4	David D. Clark, Scott Shenker, Lixia Zhang	Supporting Real-Time Applications in an Integrated Services Packet Network: Architecture and Mechanism	Massachusetts Institute of Technology	Abstract This paper considers the support of real time applications in an Integrated Services Packet Network ISPN We rst review the characteristics of real time applications We ob serve that contrary to the popular view that real time ap plications necessarily require a xed delay bound some real time applications are more exible and can adapt to current network conditions We then propose an ISPN architec ture that supports two distinct kinds of real time service guaranteed service which is the traditional form of real time service discussed in most of the literature and involves pre computed worst case delay bounds and predicted service which uses the measured performance of the network in com puting delay bounds We then propose a packet scheduling mechanism that can support both of these real time services as well as accommodate datagram tra c We also discuss two other aspects of an overall ISPN architecture the ser vice interface and the admission control criteria
5	Domenico Ferrari, Dinesh C. Verma	A Scheme for Real-Time Channel Establishment in Wide-Area Networks	Università Cattolica del Sacro Cuore	Multimedia communication involving digital audio and/or digital video has rather strict delay requirements. A real-time channel is defined in this paper as a simplex con- nection between a source and a destination characterized by parameters representing the performance requirements of the client. A real-time service is capable of creating real- time channels on demand and guaranteeing their performance. These guarantees often take the form of lower bounds on the bandwidth allocated to a channel and upper bounds on the delays to be experienced by a packet on the channel. In this paper, we study the feasibility of providing real-time services on a packet- switched store-and-forward wide-area network with general topology. We describe a scheme for the establishment of channels with deterministic or statistical delay bounds, and present the results of the simulation experiments we ran to evaluate it. The results are encouraging: our approach satisfiesthe guarantees even in worst-case situations, uses the network's resources to a fair extent, and efficiently handles channels with a variety of offered load and burstiness characteristics.

				Also, the packet transmission overhead is quite low, and the channel establishment overhead is small enough to be acceptable in most practical cases.
--	--	--	--	---

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Дмитриев А. С., Ефремова Е В., Клецов А.В.	Сверхширокополосная беспроводная связь и сенсорные сети	Институт радиотехники и электроники Российской академии наук	Описаны разработанные широкополосные прямо хаотические приемопередатчики двух типов и продемонстрировано их применение в беспроводных сенсорных сетях.
2	Гамаюнов Д., Платонов И., Смелянский Р.	Обеспечение сетевой безопасности с помощью программно- конфигурируемых сетей	МГУ имени М.В. Ломоносова	Рассмотрена проблема контроля доступа на уровне сети и её решение с помощью программно-конфигурируемых сетей (ПКС). Предложен подход к миграции среды передачи данных с традиционной архитектуры, использующей выделенные межсетевые экраны, на сеть ПКС с переносом правил фильтрации непосредственно в среду передачи данных, представленную коммутаторами OpenFlow и контроллером ПКС. Предложенный подход позволяет максимизировать пропускную способность среды передачи данных при сохранении матрицы достижимости исходного графа сети. Алгоритмы реализованы в виде приложения для контроллера POX и поддерживают трансляцию правил МСЭ из формата Cisco Access Control List. Проведено экспериментальное исследование на действующем сегменте ПКС сети с использованием коммутаторов семейства NEC Programmable Flow.
3	Виттих В.А., Скобелев П.О.	Метод сопряженных взаимодействий для управления распределением ресурсов в реальном	Институт проблем управления сложными системами РАН	Для управления распределением ресурсов в реальном масштабе времени предлагается метод сопряженных взаимодействий, отличительной особенностью которого является замена перебора вариантов решений, требующего больших вычислительных затрат, двусторонними переговорами, направленными на выявление конфликтов и достижение

		масштабе времени		компромиссов между поступающими заказами и функционирующими ресурсами при построении сложных расписаний. Эта особенность обеспечивает важные преимущества при решении сложных задач распределения ресурсов в реальном времени, что может быть актуально для систем корпоративного и государственного управления.
4	В.М. Вишнеvский и др.	Широкополосные беспроводные сети передачи информации	Институт проблем передачи информации	В монографии описаны принципы построения, логическая и физическая структуры беспроводных сетей информации, включая персональные сети, локальные беспроводные сети, региональные сети стандарта IEEE 802.16.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	IEEE International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications	<a href="http://www.cs.cqu.edu.cn:8085/">http://www.cs.cqu.edu.cn:8085/</a>	RTCSA will bring together researchers and developers from academia and industry for advancing the technology of embedded and real-time systems, and their emerging applications. The conference has the following goals: to investigate advances in embedded and real-time systems and system design practice and emerging applications; to promote interaction among the areas of embedded computing, real-time computing and system design practice and emerging applications; to evaluate the maturity and directions of embedded and real-time system and system design practice and emerging applications technology.
2	Embedded Real Time Software and Systems	<a href="http://www.erts2014.org/">http://www.erts2014.org/</a>	The Congress is a unique European cross sector event on Embedded Software and Systems, a platform for top-level scientific with representatives from universities, research centers and industries. The 2014 edition has gathered more than 100 talks, 500 participants and 80 exhibitors.
3	International Conference on Real-Time Networks and Systems	<a href="http://www-rtns2014.cea.fr/#page=home">http://www-rtns2014.cea.fr/#page=home</a>	The purpose of the conference is to share ideas, experiences and informations among academic researchers, developers and service providers in the field of real-time systems and networks.
4	Real-Time Systems	<a href="http://www.springer.com/computer/communication+networks/journal/11241">http://www.springer.com/computer/communication+networks/journal/11241</a>	The journal Real-Time Systems publishes papers, short papers and correspondence articles that concentrate on real-time computing principles and applications. The contents include research papers, invited papers, project reports and case studies, standards and corresponding proposals for general discussion, and a partitioned tutorial on real-time systems as a continuing series. The range of coverage is broad, including requirements engineering, specification and verification techniques, design methods and tools, programming languages, operating systems, scheduling algorithms, architecture, hardware and interfacing, dependability and safety, distributed and other novel architectures, wired and wireless communications, wireless sensor systems, distributed databases, artificial intelligence techniques, expert

			systems, and application case studies. Real-time systems find application in command and control systems, process control, flight control, avionics, defense systems, vision and robotics, pervasive and ubiquitous computing, and an abundance of embedded systems. hide
5	Automation and Remote Control	<a href="http://www.avtprom.ru">http://www.avtprom.ru</a>	Научно-технический журнал «Автоматизация в промышленности» ориентирован на специалистов по промышленной автоматизации. Это промышленные предприятия, заказчики средств и систем автоматизации, производители программных и технических средств автоматизации, фирмы-интеграторы, проектные и конструкторские организации, учебные заведения, кафедры автоматизации, все организации, специализирующиеся на разработке, усовершенствовании, внедрении и эксплуатации на производстве программно-аппаратных средств, программно-технических комплексов и низового оборудования, т.е. всех компонентов, необходимых для создания современных и модернизации действующих систем автоматизации производства. В журнале подробно представлены сведения, отражающие этапы жизненного цикла конкретных систем: от особенностей разработки до проблем, возникающих при внедрении и эксплуатации; публикуется самая оперативная информация об отечественном и зарубежном рынках систем и приборов. Все представленные в журнале публикации неразрывно связаны с историей развития и деятельностью фирм уже давно и хорошо известных специалистам и фирм, которым еще только предстоит определить и укрепить свои позиции на рынке.

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Sajal K. Das	University Texas at Arlington	Current Research Interests: - Cellular Mobile Communication and Computing - Sensor Networks/Computer Security - Pervasive Computing - Broadband Networking - Parallel and Distributed Processing - Parallel Algorithms and Data Structures - Parallel Discrete-Event Simulation -Multiprocessor Interconnection Networks
2	Raj Rajkumar	Carnegie Mellon University	Possess unique combination of in-depth technical knowledge in a wide range of technologies and outstanding analytical thinking and leadership skills, exceptional problem solving skills, excellent communication skills. Proven excellence in Technical Leadership, Infrastructure Architecture

			Design, UNIX Systems Administration. Expert in leading and managing large scale complex enterprise level technology projects.
3	Johan J. Lukkien	Eindhoven University of Technology	Contributions of the SAN group are in the area of component-based middleware for resource-constrained devices, distributed coordination, Quality of Service in networked systems and schedulability analysis in real-time systems.
4	Sebastian Fischmeister	University of Waterloo	The Real-time Embedded Software Group concentrates on research on real-time embedded software systems at the intersection of software technology, embedded networking, and applied formal methods. Real-time embedded systems are characterized by their interaction with the environment through sensors and actuators, their resource constraint platforms, and non-functional properties. Successful research in this area focusses on providing concepts, methods, and tools to build better systems more easily as well as on development of precise analytical methods for characterizing non-functional system properties and timing.
5	John Stankovic	University of Virginia	Areas Of Interest Real-time computing, cyber physical systems, wireless sensor networks, and wireless energy and health applications.

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Кузнецов Николай Александрович	Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН	Область интересов – теории систем управления.
2	Скобелев Петр Олегович	Институт проблем управления сложными системами РАН (ИПУСС РАН)	Область интересов – системы для оперативного управления ресурсами в режиме реального времени
3	Ляхов Андрей Игоревич	Институт проблем передачи информации	Область интересов – проектирование и анализ беспроводных сетевых протоколов, моделирование беспроводных сетей на основе случайного множественного доступа
4	Вишневский Владимир Миронович	Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН	Область интересов – теория и практика построения инфокоммуникационных систем и сетей, прикладная теория вероятностей, теоретическая информатика
5	Смелянский Руслан	МГУ имени М.В. Ломоносова	Создал формальную модель функционирования многопроцессорных

	Леонидович		вычислительных систем с распределенным управлением, на основе которой был сформулирован и решен ряд интересных задач: оценка производительности вычислительных систем, анализ поведения программ, оценка времени выполнения программ на вычислительных системах с заданной архитектурой, синтез архитектур вычислительных систем.
--	------------	--	---

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Системы реального времени	Real-time system	Системой реального времени является такая система, корректность функционирования которой определяется не только корректностью выполнения вычислений, но и временем, в которое получен требуемый результат. Гарантия выполнения требований по времени необходима, чтобы поведение системы было предсказуемо.
2	Интернет вещей	Internet of Things	Концепция пространства, в котором все из аналогового и цифрового миров может быть совмещено – это переопределит наши отношения с объектами, а также свойства и суть самих объектов. Интернет вещей можно рассматривать как сеть сетей, в которой небольшие малосвязанные сети образуют более крупные.
3	Сенсорные сети	Sensor Network	Распределённая, самоорганизующаяся сеть множества датчиков (сенсоров) и исполнительных устройств, объединенных между собой
4	Программно-конфигурируемые сети	Software-defined Networking	Сеть передачи данных, в которой уровень управления сетью отделён от устройств передачи данных и реализуется программно.
5	Протоколы реального времени	Real-time protocols	Протоколы обеспечивают гарантированное время передачи и обработки данных

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	University of Waterloo	University of Waterloo 200 University Avenue West, Waterloo Ontario, N2L 3G1 (Канада)	Образование и наука
2	University Texas at Arlington	University Texas at Arlington P.O. Box 19015 Arlington, TX 76019, USA (США)	Образование и наука
3	Carnegie Mellon University	Carnegie Mellon University 5000 Forbes Avenue, Pittsburgh, PA 15213 (США)	Образование и наука
4	Eindhoven University of Technology	Technische Universiteit Eindhoven PO Box 513 5600 MB Eindhoven (Нидерланды)	Образование и наука
5	University of Virginia	University of Virginia P.O. Box 400228 Charlottesville, VA 22904-4228 (США)	Образование и наука

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Института проблем управления им. В. А.	117997, Москва ул. Профсоюзная, д. 65 (0)	Область деятельности включает теорию и методы разработки программно-аппаратных и технических средств управления и сложных

	Трапезникова РАН		информационно-управляющих систем;
2	Институт проблем управления сложными системами РАН (ИПУСС РАН)	443020, Самара, ул. Садовая, 61, ИПУСС РАН (0)	Область деятельности института – создание интеллектуальных систем управления, использующих компьютерное представление и обработку знаний
3	Институт проблем передачи информации	127994, г. Москва, ГСП-4, Большой Каретный переулок, 19, стр. 1. (0)	Основными направлениями научной деятельности Института являются: - теория передачи и защиты информации; - математическая теория информации и управления, многокомпонентные случайные системы; - информационно-коммуникационные технологии и их применение в сложных системах и сетях; - информационные процессы в живых системах и биоинформатика; компьютерная лингвистика.
4	Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева РАН	119991, Москва, Ленинский проспект, 51 (0)	Исследования в области информационных технологий, вычислительной техники и микроэлектроники, включая разработку компонентов (процессорные, периферийные, коммуникационные модули), алгоритмов, моделей, программного обеспечения, аппаратно-программных комплексов для целого ряда предприятий
5	МГУ имени М.В. Ломоносова	119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1 (0)	Проводимые исследования включают изучение архитектур ЭВМ и вычислительных комплексов, проблемы сетевого взаимодействия ЭВМ, исследования в области анализа поведения распределенных вычислительных систем и их моделирования, разработка технологий параллельного программирования, создание систем для моделирования параллельных процессов обработки данных, доступ к мощным вычислительным центрам.

### **3.2. Унифицированные средства идентификации в системах управления подвижными объектами**

Эксперт: Жиронкин Сергей Борисович.

Ученая степень: кандидат технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный социальный университет».

Должность: профессор.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– КНЭС Военной академии воздушно-космической обороны.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Это направление основано на сетцентрическом подходе (СЦП) и реализует методы получения и объединения информации в интегрированных системах опознавания и идентификации, обеспечивающие эффективную логистику, взаимодействие между исполнительными устройствами.

**1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.**

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Douglas Barrie	Identify crisis//Flight International, 1991	Международный Институт Стратегических Исследований (МИСИ)	Анализируются проблемы идентификации подвижных объектов
2	Kittler J., Hatef M., Duin R. P. W., Matas J.	On combining classifiers//EEE Transactions on pattern Analysis and Machine Intelligence, 1998	Технологический университет Делфта	Исследуются задачи, методы и алгоритмы коллективного распознавания
3	Kuncheva L., Bezdec J., Duin R. P. W.	Decision Templates for Multiple Classifier Fusion//Pattern Recognition, 2001	Технологический университет Делфта	Исследуются задачи, методы и алгоритмы коллективного распознавания

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	А.Г. Бельтов, И.Ю. Жуков, Н.Е. Левицкий	Опознавание и идентификация в системах управления //Вестник Академии военных наук, 2011	Центральный научно-исследовательский институт экономики, информатики и систем управления	Рассматриваются проблемные вопросы обеспечения ситуационной осведомленности систем управления
2	Жиронкин С.Б., Аврамов А.В., Быстраков С.Г.	Построение интегрированных систем опознавания на основе координатно-связного метода//Успехи современной радиоэлектроники, 1997	Иркутское высшее военное авиационное инженерное училище	Обоснована структура интегрированной системы опознавания
3	Жиронкин С.Б., Макарычев А.В.	Интегрированное устройство опознавания воздушных целей// Патент на изобретение, 2010	Военная академия воздушно-космической обороны	Изобретение относится к технике радиолокации, радиосвязи, радионавигации и радиоуправления и может быть использовано в радиоэлектронных системах для выработки признака принадлежности объектов
4	Жуков И.Ю., Левицкий Н.Е., Макарычев А.В.	Способ формирования сигналов и передачи информации в системе радиолокационного опознавания//Патент на изобретение, 2012	Центральный научно-исследовательский институт экономики, информатики и систем управления	Изобретение относится к технике радиолокации, радиосвязи, радионавигации и радиоуправления и может быть использовано в радиоэлектронных системах для выработки признака принадлежности объектов
5	Ткаченко С.С., Аврамов А.В., Иванов С.Л.	Способ координатно-связного опознавания с применением статистической оценки разности пространственных координат// Патент на изобретение, 2011	Военный учебно-научный центр ВВС (г.Воронеж)	Изобретение относится к технике радиолокации, радиосвязи, радионавигации и радиоуправления и может быть использовано в радиоэлектронных системах для выработки признака принадлежности объектов
6	Жиронкин С.Б., Сулейман Х.Х., Черваков В.О.	Распознавание в интегрированных информационных системах с учётом текущей достоверности	Военная академия воздушно-космической обороны	Исследованы характеристики достоверности алгоритмов коллективного распознавания

		частных решений классификаторов//Всероссийская конференция Передача, прием, обработка и отображение информации о быстропротекающих процессах, 2012		
7	Харисов В.Н., Хамматов Р.Р.	Оптимальное управление мощностью сигнала// Радиотехника, 1998	Военно-воздушная инженерная академия им.Жуковского	Синтезируются алгоритмы выбора источников излучения навигационной информации в многопозиционных радиотехнических системах

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Сайт Минпромторга	<a href="http://www.minpromtorg.gov.ru/ministry/competitions/5/743">http://www.minpromtorg.gov.ru/ministry/competitions/5/743</a>	Извещение о проведении открытого конкурса по ОКР «Дубрава»
2	Успехи современной радиоэлектроники	<a href="http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr4">http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr4</a>	Единственный в России журнал, целиком состоящий из научно-технических обзоров по наиболее актуальным и интересным направлениям радиотехники и электроники
3	Всероссийская конференция Передача, прием, обработка и отображение информации о быстропротекающих процессах	<a href="http://www.guraran.ru/news/newsread/news_id-13140">http://www.guraran.ru/news/newsread/news_id-13140</a>	Конференция организована Российской академией РАН при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Douglas Barrie	Международный Институт Стратегических Исследований	Анализ программ военного назначения, в том числе, по системам идентификации

		(МИСИ)	
2	Duin R. P. W	Технологический университет Делфта	Статистическое распознавание образов

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Левицкий Н. Е.	Центральный научно-исследовательский институт экономики, информатики и систем управления	ОПОЗНАВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ
2	Аврамов А.В.	Военный учебно-научный центр ВВС (г.Воронеж)	ГИБРИДНЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ
3	Быстраков С.Г.	ЦНИИ ВВС (г. Щелково, Московская область)	Системы навигации, связи и идентификации
4	Харисов В.Н.	ВНИИР-Прогресс	Системы навигации, связи и идентификации
5	Хамматов Р.Р.	ПРАЙМ ГРУП	Автоматизированные системы радионавигации и радиосвязи
6	Черваков В.О.	Главное управление научно-исследовательской деятельности и технологического сопровождения передовых технологий (инновационных исследований) Министерства обороны Российской Федерации	Интегрированные системы опознавания

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Идентификация	Identification	В общем случае термин «идентификация» (от позднелат. identifico – отождествляю) означает признание тождественности, отождествление объектов, распознавание. В технике, математике под идентификацией понимается установление соответствия распознаваемого объекта

			определенному образу (знаку), называемому идентификатором.
2	Опознавание	Identification friend or foe	Частный случай идентификации – распознавание на два класса «свой-чужой»
3	Сетецентрический подход (СЦП)	The network-centric approach	В СЦП к решению объемных задач для сложных систем военного, гражданского и двойного назначения утверждается, что в современных условиях развития информационно-коммуникационных технологий появилась возможность, когда вся информация может быть поднята наверх, образуя общее информационное поле, доступ к которому имеют все подчинённые структуры и источники информации в части касающейся

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Терминалы АТ-Э	ОАО Полёт (г.Нижний Новгород)	Терминалы АТ-Э составляют техническую основу авиационной системы обмена информацией (АСОИ), предназначены для решения задач связи, навигации и опознавания между объектами-абонентами системы – <a href="http://polyot.atnn.ru/prod/prod_03_02.phtml">http://polyot.atnn.ru/prod/prod_03_02.phtml</a>

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Международный Институт Стратегических Исследований (МИСИ)	Дом Эрандел, Лондон (Великобритания)	Вопросы военно-политических конфликтов, в том числе проблемы применения систем управления и идентификации
2	Делфтский технический университет	Делфт (Нидерланды)	Технические науки, в том числе распознавание образов

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Центральный научно-	123104, г. Москва, ул. Малая	Научно-техническое сопровождение и выполнение ключевых работ по

	исследовательский институт экономики, информатики и систем управления	Бронная, д. 2/7, стр. 1 (0)	проблемам совершенствования, модернизации, развития технической основы управления и связи
2	ОАО Полёт	603950, Россия, г. Нижний Новгород, ГСП-462, пл. Комсомольская д. 1 (0)	Разрабатывает и производит: системы управления и связи на авиационных носителях
3	ПРАЙМ ГРУП	123298, Москва, 3-я Хорошевская ул. д. 12	Полный спектр ИТ-услуг по созданию и развитию ИТ-инфраструктуры, разработке и сопровождению информационно-управляющих систем, а так же по поставке оборудования и программного обеспечения.
4	ВНИИР-Прогресс	125047, Москва, ул.Лесная, д.3	Разработка и производство научно-технической продукции и изделий для военной техники и техники общепромышленного назначения, в том числе навигационные и связные системы

**3.3. Роботы и другие средства робототехники, основанные на модульном принципе их построения (приоритет ЦНИИ РТК, Россия). Технологии применения роботов и других средств робототехники, обеспечивающие принципиально новые возможности для всех отраслей страны, медицины, военного дела, науки, быта, освоения глубин океана и космоса.**

Эксперт: Юревич Евгений Иванович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

Должность: профессор.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- член Научного Совета РАН по робототехнике и автоматизации;
- член почетного корпуса инженеров СПб;
- член НТС технологической платформы (ТП25) «Технологии мехатроники, встраиваемых систем управления, радиочастотной идентификации и роботостроение».

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Это комплексное направление разработки и применения новой технологии относится практически ко всем указанным в начале анкеты направлениям применения. Из разделов тематических областей, относящихся к информатике, оно ближе всего к области «Предсказательное моделирование, методы и средства создания и обеспечения функционирования перспективных систем», хотя робототехника упоминается и в предыдущем разделе.

Это второе направление развития современной цивилизации наряду с информатизацией, основанное на техническом освоении достижений живой природы, включая человека. Общая идейная база обоих направлений – кибернетика. Основные направления разработок по робототехнике в мире – это интеллектуализация и миниатюризация, а применения – гибкая автоматизация и роботизация промышленности и всех других сфер человеческой деятельности, включая обеспечение научно-технической и технологической независимости страны.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	B.Siciliano and O.Khatib	Springer Handbook of Robotics. Springer, 2008	Университет Неаполя им. Федерико II (Università della Studia Napoli Федерико II)	Современное состояние и перспективы развития робототехники

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Е.И. Юревич	Робототехника завтра (проблемы и перспективы развития). LAMBERT, 2013	Санкт-Петербургский государственный политехнический университет	Сформулированы значение и направления развития робототехники
2	А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес	Теоретические основы робототехники. Москва, Наука, 2006.	Институт машиноведения им. А.А. Благодирова РАН (Москва)	Изложены теория, принципы построения и управления систем робототехники
3	В.Г. Градецкий, М.М. Князьков, Л.Ф. Фомин, В.Г. Ча	Механика миниатюрных робо- тов. Москва, Наука, 2010	Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН (Москва)	Рассмотрено одно из основных направлений развития роботов – их миниатюризация
4	И.А. Каляев, В.М. Лохин, И.М. Макаров, С.В. Манько	Интеллектуальные роботы. Москва, Машиностроение, 2007	НИИ МВС ЮФУ	Одно из первых отечественных учебных пособий по интеллектуальной робототехнике, написанное представителями ведущих отечественных научных школ по робототехнике.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Ежегодная международная научно-техническая конференция Экстремальная робототехника	Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., 21 ЦНИИ РТК	Объединение усилий российских специалистов в развитии ключевых технологий и перспективных разработок в сфере робототехники и их практического применения в экстремальных условиях и чрезвычайных ситуациях: борьбы с терроризмом, пожаротушении, решении задач обороны, освоения космоса и глубин океана, атомной энергетики и других опасных производств, медицины.
2	Журнал Мехатроника, автоматизация, управление	Москва, Стромынский пер., 4 Издательство «Новые технологии»	Освещение современного состояния, тенденций и перспектив развития мехатроники – приоритетного направления развития техносферы, интегрирующего механику, электронику, автоматику и информатику с целью совершенствования технологий производства и создания техники новых поколений, включая качественно новые модули, системы, машины и комплексы машин с интеллектуальным управлением их функциональными движениями.
3	Журнал Робототехника и техническая кибернетика	Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., 21 ЦНИИ РТК	Содействие повышению научно-технического и технологического уровня создаваемых средств робототехники и технической кибернетики. Информационная поддержка профильных организаций. Анализ и прогнозирование научно-технического развития робототехники и технической кибернетики, обсуждение проблем высшей школы, рецензирование учебников и учебных пособий.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Брукс Родни	США, Rethink Robotics	Робототехника
2	Хирзингер Герхард	Германия, институт робототехники и мехатроники (IRM)	Робототехника

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Черноусько Ф.Л., академик РАН	ИПМехРАН	Робототехника
2	Каляев И.А., член-корр. РАН	НИИ МВС ЮФУ	Робототехника
3	Лопота В.А., член-корр. РАН	РКК Энергия	Робототехника
4	Юсупов Р.М., член-корр. РАН	СПИИРАН	Робототехника
5	Цариченко С.Г., д.т.н.	ВНИИ противопожарной обороны	Робототехника

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Робототехника	Robotics	Производственная техника, основанная на применении роботов.
2	Робот	Robot	Автоматическое устройство, созданное по принципу живого организма.
3	Мехатроника	Mechatronics	Область науки и техники, основанная на синергетическом объединении узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами.
4	Искусственный интеллект	Artificial Intelligence	Наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ.
5	Гибкая автоматизация	Flexible automation	Автоматизация с возможностью перепрограммирования

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	KIST Intelligent Robotics Research Center	Япония	Робототехника
2	IRSI – International Rescue System Institute	Япония	Робототехника
3	Институт робототехники и мехатроники (IRM) немецкого космического агентства (DLM)	Германия	Робототехника
4	Rethink Robotics	США	Робототехника

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ГНЦ ЦНИИ РТК	Санкт-Петербург	Робототехника
2	ИПМехРАН	Москва	Робототехника
3	ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	Москва	Робототехника
4	МИТЦ МИРЭА	Москва	Робототехника
5	АвтоВАЗ	Тольятти	Робототехника

**4 Исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие обработку («выращивание», формирование) материальных изделий (3D принтеры, инфузионные технологии, методы обработки поверхностей, «ростовые» технологии)**

**4.1. Микро-дисплеи на базе структуры FLCOS (сегнетоэлектрический жидкий кристалл на кремнии) для высокоскоростных и высокоразрешающих информационных опико-электронных систем проекционного типа**

Эксперт:           Компанец Игорь Николаевич

Ученая степень: доктор физико-математических наук.

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н.Лебедева

Российской академии наук

Должность:       главный научный сотрудник, заведующий отделом Оптоэлектроники

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Директор Российского отделения Международного дисплейного общества (Society for Information Display – SID).

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Тенденции развития – повышение скорости, разрешения, производительности, комфортности наблюдения и использования.

Разработка высокоскоростной кремниевой интегральной схемы для управления структурой FLCOS; разработка сегнетоэлектрического жидкого кристалла (СЖК) с заданными характеристиками; определение оптимального режима модуляции света (в том числе фазовой) с непрерывной серой шкалой и лазерного отображения данных; разработка высокоскоростного видео-проектора (1–5 тысяч кадров/сек.); разработка без-очкового трехмерного дисплея с объемным экраном и оптико-электронных устройств обработки данных с разрешением до 4К, цветностью 8 и более бит, темпом ввода и обработки 5 кГц. До сего времени темп ввода и обработки данных с такой цветностью составляет не более 360 Гц.

**Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.**

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	David Armitage, Ian Underwood, Shintson Wu	Introduction to MICRODISPLAYS. 2006	John Wiley & Sons, Ltd. West Sussex, England	Детально рассматриваются технологии изготовления и управления, а также применения различных типов микродисплеев
2	William P. Bleha, Li-Juan Alice Lei	Advances in Liquid Crystal on Silicon (LCOS) Spatial Light Modulator Technology. Proc. of SPIE, 2013,	HOLOEYE Systems, Inc., San Diego, USA	Рассматриваются достижения в технологии создания приборов на основе структуры LCOS

		Vol. 8736, 87360A p. 1- 8		
3	Karl M. Guttag, Shawn Hurley	Laser+LCOS Technology Revolution. Symposium SID'11 Digest, 2011, p. 536-539	Syndiant Inc., Dallas, USA	Обсуждаются перспективы создания и использования микродисплеев LCOS с лазерным считыванием данных

### 1. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Андреев А.Н., Компанец И.Н.	Жидкокристаллические дисплеи: перспективы развития. Журнал «Электроника: Наука, Технология, Бизнес», 2012, №6, с. 72-88 (часть 1) и №7, с. 140-144 (часть 2)	Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН), Москва	Рассматриваются свойства и перспективные применения новых СЖК и электро- оптических ячеек на их основе, обладающих в 20-40 раз большим быстродействием при наименьшем управляющем напряжении (всего $\pm 1,5$ вольта), непрерывной серой шкалой и рекордным интервалом частот модуляции (до 7 кГц)
2	Александр Самарин	LCOS микродисплеи и их применение. Компоненты и технологии, 2008, №8, с. 24-32.	НИИМЭ и завод «Микрон», Зеленоград	Рассматривается технология LCOS создания микродисплеев, использующая активную кремниевую подложку, на которой сформирована схема управления дисплеем

### 2. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Ежегодный международный	www.sid.org	Обсуждаются широкий круг вопросов разработки, создания и применения информационных дисплеев

	симпозиум Общества информационных дисплеев (SID)		
2	Ежегодная международная дисплейная исследовательская конференция (IDRC) Общества информационных дисплеев (SID)	www.sid.org	Обсуждаются широкий круг вопросов разработки, создания и применения информационных дисплеев

### 3. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Ian Underwood	University of Scotland, Edinburgh, UK	Технология создания и применение микродисплеев на основе структур LCOS и FLCOS
2	William A. Crossland	Kopin, Inc., North Conway, USA	Технология создания и применение микродисплеев на основе структур FLCOS
3	Daping Chu	University of Cambridge, London, UK	Технология создания и применение микродисплеев на основе структур LCOS и FLCOS
4	William P. Bleha	HOLOEYE Systems, Inc., San Diego, USA	Технология создания и применение микродисплеев на основе структур LCOS и FLCOS

### 4. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Евгений П. Пожидаев, д.ф.м.н.	Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН), Москва	Электрооптика жидких кристаллов и разработка устройств на их основе
2	Виктор В. Беляев, д.ф.м.н.	Московский государственный областной университет (МГОУ)	Электрооптика жидких кристаллов и разработка устройств на их основе
3	Геннадий Я. Красников,	НИИ молекулярной электроники	Технология кремниевых сверхбольших интегральных микросхем

академик РАН	(НИИМЭ) и завод «Микрон»	
--------------	--------------------------	--

5. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Микродисплей	Микродисплей	Компактная матрица электрооптических свето-модулирующих элементов, формирующих информационный массив (изображение), который проецируется или в глаза пользователя, или на экран или в канал обработки и хранения
2	LCOS (liquid crystal on silicon)	Структура «жидкий кристалл на кремнии»	Слой жидкого кристалла поверх кремниевой подложки, на которой сформирована схема управления микродисплеем
3	FLCOS (ferroelectric liquid crystal on silicon)	Структура «сегнетоэлектрический жидкий кристалл на кремнии»	Слой сегнетоэлектрического жидкого кристалла поверх кремниевой подложки, на которой сформирована схема управления микродисплеем

6. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	В России технологии создания микродисплеев типа LCOS и FLCOS отсутствуют, но созданы новые СЖК-материалы с уникальными параметрами, использование которых позволяет существенно (более чем на порядок) улучшить параметры известных микродисплеев	Новые жидкокристаллические материалы созданы в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН)	Применение новых сегнетоэлектрических ЖК и электрооптических ячеек на их основе, обладающих в 20-40 раз большим быстродействием при наименьшем управляющем напряжении (всего $\pm 1,5$ вольта), непрерывной серой шкалой и рекордным интервалом частот модуляции (до 7 кГц), позволяет обеспечить в микродисплеях недостижимые для конкурентов параметры и новые функциональные свойства

7. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	National Aeronautics and Space Administration	Washington, DC 20546 (США)	Extend and sustain human activities across the solar system Expand scientific understanding of the Earth and the universe Create innovative new space technologies Advance aeronautics research Enable program and institutional capabilities to conduct NASA's aeronautics and space activities Share NASA with the public, educators, and students to provide opportunities to participate
2	Micron Technology, Inc.	8000 South Federal Way Post Office Box 6 Boise Idaho 83707-0006 (США)	Полупроводниковые и оптико-электронные приборы, микродисплеи
3	Kopin, Inc.	125 North Drive Westborough, MA 01581 (США)	Микродисплеи и нашиваемые дисплеи на основе структур LCOS и FLCOS
4	HOLOEYE System, Inc.	1620 5th Ave #550, San Diego, CA 92101 (США)	Пространственные модуляторы света на основе структур LCOS и FLCOS

8. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН), отдел оптоэлектроники	Москва, Ленинский просп., 53 (7712043198)	Электрооптика жидких кристаллов и разработка приборов на их основе
2	Научно-исследовательский институт системных исследований РАН	Москва, Нахимовский просп., 36, корп.1 (7727086772)	Кремниевые интегральные микросхемы и суперкомпьютеры: разработка и изготовление
3	НИИ молекулярной электроники (НИИМЭ) и завод «Микрон»	Москва, Зеленоград, 1-й Западный пр-д, 12, стр. 1 (7735007358)	Технология кремниевых сверхбольших интегральных микросхем

### **Предложения по структуризации проблематики новых производственных технологий.**

1. Группировка производственных технологий разумна. Существуют и другие подходы, например, основанные на различии физических принципов, применяемых материалов и т.п. Однако, в данном случае в связи с тем, что в каждом изделии интегрируется множество различных технологий, представляется рациональным руководствоваться системным подходом, основанном на функциональном назначении разрабатываемой продукции.

2. Высокая автоматизация производственного процесса (минимальное участие в производственном процессе человека, контроль производства со стороны высококвалифицированных специалистов, использование групповых технологий на базе оборудования с числовым программным управлением).

3. Технологическое направление «Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования изделий, позволяющие оптимизировать конструкции по различным критериям (прочность, стойкость к агрессивным средам и т. п.)», сформулировано достаточно узко. Тенденция развития современных многомерных компьютерных систем – это создание проблемно-ориентированной среды. Она подразумевает организацию модульной архитектуры программного комплекса, в которой различные предметно-ориентированные модули функционируют в рамках управляющей среды. Эта среда обеспечивает единый интерфейс взаимодействия модулей. Архитектура проблемно-ориентированной среды обеспечивает интеграцию ее модулей, таким образом, что реализуется возможность решения разноплановых задач в различных областях науки, техники, живой природе, экономики. По сути дела, такая система позволяет по аналогии с интернетом, как сейчас принять, создать систему World Wide Grid (WWG), с помощью которой можно было бы решать любые задачи, которые возникают у пользователей. Такая система позволяет находить оптимальные пути решения конкретных задач.

К подобным системам можно отнести следующие грид-системы:

– TeraGrid (США) – это открытое научное сочетание больших вычислительных ресурсов (в том числе суперкомпьютеров, хранения и визуализации научных систем) для решения разноплановых задач.

– GEANT (ЕС) – соединение европейских ГРИД в единую систему.

– DataGrid (ЕС) – применение перспективных технологий в ГРИД: управление знаниями, построение новых программных моделей и архитектур и т.д.

– D-GRID (Германия) – ГРИД является полноценной отраслью, способной выполнять практически любые задачи, которые ставят перед ней промышленность, наука и образование, бизнес и экономика, а также задачи в рамках евро- и мирового ГРИД-проектов.

– EGEE (6-я рамочная программа Европейской комиссии IST FP6) – решаемые задачи: построить безопасную, надёжную и устойчивую грид-инфраструктуру; разработать промежуточное программное обеспечение, gLite, специально предназначенное для использования разнообразными многочисленными научными дисциплинами; привлекать, заинтересовывать и поддерживать широкий круг пользователей из различных областей науки и промышленности, обеспечивая им всестороннюю техническую поддержку и обучение.

Для России наибольший интерес представляет грид-система D-GRID (Германия), которая нацелена на решение всего круга задач, которые необходимо решать и у нас, а также позволяет общаться с гридами ЕС.

4. Робототехника – межотраслевое научно-техническое направление, которое охватывает практически все министерства и ведомства страны либо по созданию и производству, либо по применению этой техники. Поэтому развитие робототехники и восстановление отечественного роботостроения – это межотраслевая проблема, решение

которой требует на государственном уровне соответствующей кооперации научных, технических и производственных сил. Именно так организованы работы по этой проблеме в мире, включая международную кооперацию и государственные программы работ по робототехнике в большинстве развитых стран. Последние способствуют не только экономическому развитию стран, но и их безопасности.

## **Предложения по формированию программы государственной поддержки развития нового поколения производственных технологий**

1. Создание интерференционно-чувствительных фотоприемников электромагнитного излучения для диапазонов длин волн ультрафиолетовый – видимый – инфракрасный – микроволновый. Каждый диапазон длин волн в силу большой специфики, заслуживает отдельного предложения, кроме того отдельно должны стоять вакуумные интерференционно-чувствительные фотоприемники, значение которых не уменьшается:

- ультрафиолетовый;
- видимый;
- инфракрасный ближний;
- инфракрасный средний;
- инфракрасный дальний;
- микроволновый;
- вакуумные интерференционно-чувствительные фотоприемники.

2. Целесообразно формирование программы разработки методов, технологии и программно-инструментального комплекса высокопроизводительной обработки изображений медицинского и промышленного назначения. Производственная технология нового поколения будет направлена на решение задач медицинской диагностики и контроля промышленных изделий на наличие аномалий и дефектов. Технология должна включать универсальные библиотечные средства для высокопроизводительной обработки потоков изображений и данных в конвейерно-параллельном режиме в гетерогенной вычислительной среде

3. Помимо предлагаемой здесь новой производственной технологии «разработки и производства нового поколения датчиков и систем обработки данных, обеспечивающих контроль и регулировку технологических процессов при экстремальных условиях эксплуатации», по-видимому, будет предложено еще множество разнообразных технологий. Программа государственной поддержки должна иметь соответствующие разделы, а каждый раздел – подразделы, соответствующие целевому назначению создаваемой продукции. Помимо этого, необходима поддержка создания современной экспериментальной базы.

4. Разработка методов, использующих инжиниринговый подход к решению задач управления проектами, поддержка информационных технологий в области производства.

5. Необходимо сформировать программу государственной поддержки развития исследований и производства температурных датчиков на ПАВ, датчиков деформации, датчиков для РЧИД-систем на более высоких частотах.

6. Создание отечественного комплексного пакета (программного комплекса из нескольких промышленных пакетов) «Композит» для 3D моделирования композиционных материалов и изделий из них, конкурентоспособного на мировом рынке. Предлагаемый состав программного комплекса «Композит»:

- пакет для моделирования процесса производства композитов;
- пакет для оценки механических характеристик материала композита на основе молекулярной динамики и квантовой химии, включая нанокompозиты;
- пакет оптимизации и 3D инженерного анализа композиционных материалов и конструкций из них;
- прочностной анализ изделий из композитов.

7. Создание интеллектуальных многомерных вычислительных сетей для комплексных исследований и разработок, предлагается реализовать в два этапа.

1) Создание пилотной версии системы. Для этого на конкурсной основе должны быть определены организации, которые менее чем за 3 года разработают промежуточное программное обеспечение. Это ПО позволит объединять гетерогенные вычислительные кластеры в интеллектуальную грид-систему, которая будет способна обеспечить самонастройку на решаемые задачи. В результате анализа полученного задания Грид-система будет сама определять оптимальные пути его выполнения, и более того, в процессе выполнения сможет динамически корректировать ход его выполнения путем подключения или отключения определенных вычислительных ресурсов. Грид-система должна быть платформонезависимой в среде Linux и Windows, а также легко объединяться с любой функционирующей грид-системой через соответствующие серверы. Более того, она должна иметь возможность включать в себя любые ранее выполненные разработки на различных платформах и вычислительных системах в виде сервисов. Таким образом, должна быть создана распределенная вычислительная грид-система, состоящая из независимых сервисов на различных платформах, которая сможет функционировать с РДИГ (EGEE), через нее с гридами ЕС, и ННС, а также подключать к себе любые ранее выполненные разработки на различных платформах и вычислительных системах в виде сервисов. Для этой системы должно быть разработано общее поле внешней памяти, состоящее из множества типов распределенных запоминающих устройств, и управляемых грид-системой данные.

Пилотная версия должна быть опробована на решении ряда задач программы «Развития науки и технологии 2014-2020 гг.».

Российский Федеральный Ядерный Центр – ВНИИЭФ предложил по программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» мероприятие 1.3 «Проведение прикладных исследований, направленных на создание опережающего научно-технологического задела для развития отраслей экономики», как вариант проект создания пилотной версии интеллектуальной грид-системы «Разработка принципов создания кластерных высокопроизводительных вычислительных грид-систем с суперкомпьютерами для комплексных научно-технических исследований и разработок» (системный номер 2014-01-19-20446, регистрационный номер 2992).

2) На базе пилотной версии грид-системы создание национальной интеллектуальной грид-системы, в какой-то мере аналог D-GRID (Германия), которая объединила бы вычислительные ресурсы страны и обеспечила возможность решать разноплановые задачи науки, техники, живой природы, экономики, образования, управления и сферы обслуживания, а также взаимодействовать с гридами, ЕС, США, Китая и др. стран. Разработку и внедрение такой грид-системы на базе ее пилотной версии можно было бы реализовать менее чем за 3 года.

8. Наиболее эффективным для развития новых производственных технологий необходимо создание профильных центров на базе университетов и предприятий, и фирм.

9. Целесообразно восстановить на государственном уровне долговременное плановое развитие отечественной робототехники, как это было в СССР, путем создания прежде всего программы по разработке и организации производства унифицированных компонентов (модулей) роботов как основы восстановления отечественного роботостроения и гибкой автоматизации отраслей хозяйства страны. Предварительно следует разработать и согласовать со всеми заинтересованными министерствами и ведомствами научно-техническую концепцию развития отечественной робототехники. Подоб-

ная концепция разработана ЦНИИ РТК как соорганизатора технологической платформы «Технологии мехатроники, встраиваемых систем управления, радиочастотной идентификации и роботостроения». Эту платформу также целесообразно подключить к разработке указанной программы работ.

10. Требуется целевая государственная поддержка разработки и внедрения технологии создания микродисплеев типа FLCOS, которая пока отсутствует в России. Использование имеющейся базы для изготовления управляющей кремниевой интегральной структуры и нового разработанного в ФИАН сегнетоэлектрического жидкого кристалла с параметрами, существенно опережающими мировой уровень, даёт возможность совершить прорыв и обеспечить лидирующие позиции в мире в производстве уникальной наукоемкой продукции.

## **МАТЕРИАЛЫ**

**аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники**

**«Науки о жизни»**

**«Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов**

**Федерального реестра»**

## **1. Системы контроля производственных процессов (датчики и соответствующие системы обработки данных, обеспечивающие контроль и регулировку параметров обрабатываемых изделий и технологических процессов)**

### **1.1. Система диагностики, контроля и ведения пациенток с папилломавирусной инфекцией**

Эксперт: Косарева Полина Владимировна

Ученая степень: Доктор медицинских наук

Ученое звание: нет

Место работы: Пермская государственная медицинская академия имени академика Е.А. Вагнера Министерства здравоохранения Российской Федерации

Должность: заведующая отделом морфологических и патофизиологических исследований Центральной научно-исследовательской лаборатории

Участие в научных, профессиональных сообществах:

Профессор Российской академии естествознания, диплом 1961 от 12 января 2007 г.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Актуальными становятся ранняя диагностика, контроль за ходом болезни, обработка данных, прогнозирование и формирование предложений по лечению на основе детального изучения процессов регуляции клеточного цикла в эпителии шейки матки с целью выявления закономерностей формирования онкологической патологии и определения оптимальных точек приложения при выборе диагностической и лечебной тактики.

Рак шейки матки (РШМ) относится к распространенным онкологическим заболеваниям органов репродуктивной системы у женщин, отличающимся высокой летальностью. Методы решения проблемы снижения заболеваемости РШМ необходимо искать в профилактике, ранней диагностике, своевременном и адекватном лечении фоновых и предраковых заболеваний шейки матки (ШМ), то есть диспластических изменений многослойного плоского эпителия (МПЭ) – цервикальных интраэпителиальных неоплазий (ЦИН), Cervical Intraepithelial Neoplasia (CIN).

Поэтому разработка более точных диагностических критериев, соответствующих аппаратных средств наблюдения и контроля, позволяющих прогнозировать дальнейшее течение заболевания, очень важна.

Эпидермальный фактор роста (EGF) является основным полипептидным ростовым фактором, стимулирующим патологический рост клеток. Рецептор эпидермального фактора роста (EGFR) играет важную роль в пролиферации, дифференциации и трансформации клеток. Этот рецептор в последние годы активно изучается в качестве таргетной мишени – молекулярного механизма, ответственного за митогенную активность опухолевого роста. Однако в настоящее время экспрессия EGFR в качестве биомаркера для прогноза или для лечения рака шейки матки не определена для клинического использования.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Feng S.Y., Zhang Y.N., Liu J.H., Liu J.G., Yan M.	Expression of epidermal growth factor receptor and the correlation with HPV16/18 infection in cervical intraepithelial neoplasia and cervical carcinoma. Zhonghua Zhong Liu Za Zhi. 2007 Oct; 29(10):759-63		Цель исследования: установить роль экспрессии EGFR при ВПЧ-инфекции и прогрессирования рака шейки матки. Проанализировано 60 случаев рака шейки матки, 40 случаев ЦИН и 30 пациентов контрольной группы. Установлено, что между экспрессией EGFR и малигнизацией так же, как и между выявлением ВПЧ и малигнизацией корреляции отсутствуют.
2	Balan R.1, Simion N.1, Giusca S.E.2, Grigoras A.1	Immunohistochemical assessment of p16, COX-2 and EGFR in HPV-positive cervical squamous intraepithelial lesions. Rom J Morphol Embryol 2011, 52(4): 1187–1194.	1 Department of Morpho-Functional Sciences, “Grigore T. Popa” University of Medicine and Pharmacy, Iassy; 2 Department of Public Health and Management, “Victor Papilian” Faculty of Medicine, “Lucian Blaga” University, Sibiu; 3 Department of Dermatology; 4	Цель исследования: провести сравнительную оценку экспрессии p16, EGFR и ЦОГ -2 в эпителии ШМ у пациенток с CIN и ВПЧ и установить диагностическую значимость этих маркеров. Выявлено, что экспрессия p16, EGFR и ЦОГ важна для оценки риска малигнизации CIN вне связи с наличием ВПЧ-инфекции.
3	Soonthornthum T1, Arias-Pulido H, Joste N, Lomo L,	Epidermal growth factor receptor as a biomarker for cervical cancer. Ann Oncol. 2011 Oct; 22(10):2166-78.		Обзор посвящен обсуждению значения экспрессия рецептора эпидермального фактора роста (EGFR) и использования его ингибиторов для лечения РШМ. Вывод заключается в том, что в настоящее время значение экспрессии EGFR в качестве диагностически значимого биомаркера при раке шейки матки не определено для клинического использования.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Белокриницкая Т.Е., Витковский Ю.А., Пономарева Ю	Фактор некроза опухолей А и трансформирующий фактор роста В в регуляции апоптоза и пролиферации клеток при дисплазии и раке шейки матки. Цитокины и воспаление. 2006; 5(1): 31-33.	ГБОУ ВПО ЧелГМУ Минздрава РФ	Цель работы: изучение возможной роли TNFα и TGFβ в регуляции апоптоза и пролиферации клеток при дисплазии и раке шейки матки. Проведено исследование цервикальной слизи и биоптатов шейки матки 164 пациенток с предраковыми и злокачественными заболеваниями шейки матки. Установлено, что в развитии дисбаланса между процессами пролиферации и апоптоза при диспластическом и злокачественном поражении шейки матки могут иметь значение как апоптоз-специфические, так и цитокин-опосредованные механизмы регуляции ОС точного роста. Цервикальный рак характеризуется высокими значениями TGFβ.

## 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Цитокины и воспаление	<a href="http://www.cytokines.ru">http://www.cytokines.ru</a>	Журнал «Цитокины и воспаление» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата (решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 02.03.2012 года №8/13).
2	Analele Stiintifice ale Universitatii	<a href="http://www.gbm.bio.uai.ro">http://www.gbm.bio.uai.ro</a>	Журнал публикует высококачественные оригинальные экспериментальные, методическую или теоретические исследования, охватывающий различные аспекты современной биологии.

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Nancy Joste, M.D. Professor	Department of Pathology MSC08 4640 BMSB, Room 335 1 University of New Mexi-co Albuquerque, NM 87131	Анатомическая патология, клеточная патология, гинекологическая патология, молекулярные исследования цервикального рака и рака молочной железы

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Белокриницкая Т.Е.	ГБОУ ВПО Южно-Уральский ГМУ Минздрава РФ	Гинекология, иммунология
2	Пономарева Ю.Н.	ГБОУ ВПО Южно-Уральский ГМУ Минздрава РФ	Гинекология, иммунология

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Cancer in situ	рак на месте	не инвазивный рак
2	CIN – Cervical Intraepithelial Neoplasia	ЦИН – цервикальная интраэпителиальная неоплазия	диспластические изменения многослойного плоского эпителия шейки матки
3	СЦК – средний цитохимический коэффициент		Клетки в зависимости от интенсивности их окрашивания относят к 4-м группам: с отрицательной реакцией (-), слаболожительной (+), положительной (++) и резко положительной (+++). Для количественного выражения результатов подсчитывают 100 клеток, дифференцируя их по указанному принципу, затем число клеток с одинаковой интенсивностью окраски (выраженное в процентах) умножают на соответствующее данной группе число плюсов. Сумма этих произведений, деленная на 100, и является средним цитохимическим коэффициентом (СЦК) для одной клетки.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Диагностика и прогнозирование CIN	ГБОУ ВПО Южно-Уральский ГМУ Минздрава РФ	Приоритетными факторами индивидуального прогнозирования клинического течения цервикальной неоплазии являются сочетание вариантов инфицирования шейки матки, продукции цитокинов, белков-регуляторов апоптоза, пролиферации клеток, рецепторов стероидных гормонов, метаболитов эстрогенов.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Department of Pathology MSC08 4640 BMSB, Room 335 1 University of New Mexico Albuquerque, NM 87131	Department of Pathology BMSB 335 915 Camino de Salud Albuquerque, NM 87131 (США)	Образовательная и исследовательская деятельность

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ГБОУ ВПО Южно-Уральский ГМУ Минздрава РФ	454092, г. Челябинск, ул. Воровского-64 (0)	Образовательная и исследовательская деятельность

**3. Системы управления производством, обеспечивающие эффективную логистику, взаимодействие между исполнительными устройствами (включая «Интернет вещей», гибкую перестройку производственных линий под индивидуализированные заказы)**

**3.1. Системы очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов. Микробная очистка природных объектов, промышленных грунтов, сточных вод и газовых выбросов от акриловых мономеров**

Эксперт: Рогачева Светлана Михайловна

Ученая степень: Доктор биологических наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А

Должность: заведующий кафедрой

Участие в научных, профессиональных сообществах: Член общества биохимиков

Эксперт: Галушко Александр Сергеевич

Ученая степень: Кандидат биологических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Венский университет

Должность: научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах: A member of Energy Institute of London (Energy Institute 61 New Cavendish Street London W1G 7AR, UK)

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Наиболее эффективными, доступными и экономически рентабельными методами борьбы с загрязнением окружающей среды различными ксенобиотиками, в том числе акриловой кислотой и ее производными, являются биологические методы, основанные на процессах, максимально близких к природным механизмам самоочищения и восстановления

Одним из перспективных направлений развития технологий биоочистки является использование специализированных микробных культур, обладающих метаболической универсальностью и детерминирующим потенциалом биодegradации ксенобиотиков в окружающей среде. Для решения конкретных задач необходимо интегрирование современных достижений биологии, биотехнологии, компьютерного моделирования и нанотехнологий для комплексного решения задач очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов.

Акриловая кислота и её производные, акриламид и акрилонитрил, производство которых превысило 1 млн тонн в год, являются распространенными загрязнителями с высокой токсичностью для разнообразных организмов, включая человека. Современная технология получения акриловых производных не обеспечивает предотвращения их попадания в почву, атмосферу и сточные воды предприятий. Поэтому проблема расширения их химического производства тесно связана с проблемой полной очистки грунтов, газовых выбросов и стоков. Новые технологии очистки от этих веществ включают введение на промышленных предприятиях систем локальной очистки стоков, грунтов и газовых выбросов с использованием высокоэффективных микроорганизмов-деструкторов, а также интенсификацию процессов биохимической очистки стоков с использованием традиционного активного ила и самоочищения природных объектов за счет внедрения в микрофлору активного ила и природные биоценозы селективированных биодеструкторов.

Поиск штаммов-деструкторов акриловой кислоты и ее производных и разработка биотехнологии утилизации акриловых загрязнений проводится исследовательскими группами Японии, Франции, Великобритании и в последние годы Китая. В России так же проводится разработка новых технологий очистки от этих веществ. В Пущинском институте биохимии и физиологии микроорганизмов коллективом авторов под руководством В.К. Акименко изучены пути деградации основных компонентов сточных вод (мет)акрилатных производств анаэробным сообществом микроорганизмов. В ЗАО «Ашленд-МСП» внедрен разработанный С.В. Козулиным с соав. и запатентованный ЗАО «Биоамид» способ очистки газовых выбросов от акрилонитрила на основе использования штамма *Rhodococcus rhodochrous* M8. В Уфимском государственном нефтяном техническом университете на кафедре прикладной экологии, под руководством заведующей кафедрой, д.т.н., профессора Г.Г. Ягафаровой проводятся исследования, направленные на создание технологии локальной очистки сточных вод химического производства акриловой кислоты и ее производных с использованием ассоциации микромицетов *Fusarium* sp.N56, *Penicillium* sp. No 15 и *Bacillus subtilis* 1742Д.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	D.R. Lovley	Cleaning up with genomics: applying molecular biology to bioremediation. <i>Nature Reviews Microbiology</i> 1, 35-44, 2003.	Department of Microbiology, University of Massachusetts, USA.	Биоремедиация способна недорого и эффективно восстанавливать окружающую среду после загрязнения. Исследователи теперь имеют возможность культивировать микроорганизмы, которые играют важную роль в биоремедиации и может оценить их физиологию, используя комбинацию методов геномики и технологий моделирования.
2	Wang CC, Lee CM, Wu AS.	Acrylic acid removal from synthetic wastewater and industrial wastewater using <i>Ralstonia solanacearum</i> and <i>Acidovorax avenae</i> isolated from a wastewater treatment system manufactured with polyacrylonitrile fiber. <i>Water Sci Technol.</i> 60(11), 3011-6, 2009.	Department of Safety, Health and Environmental Engineering, Hungkuang University, Chinese Taiwan.	<i>Ralstonia solanacearum</i> и <i>Acidovorax avenae</i> были выделены из системы очистки сточных вод. Целью работы является определение эффективности <i>Ralstonia solanacearum</i> и <i>Acidovorax avenae</i> в очистке синтетических и промышленных сточных вод от акриловой кислоты.
3	Li T et al.	Biodegradation of organonitriles by adapted activated sludge consortium with acetonitrile-	Institute of Environmental Science and Engineering, Nanyang Technological University, Singa-	Был изучен микробный процесс деградации трех типов структурно различных органонитрилов (насыщенный и ненасыщенный алифатический нитрил и ароматический нитрил). Адаптированная смешанная культура показала большой потенциал и гибкость для реальных приложений в биодеградации различных нитрильных со-

		degrading microorganisms. Water Res. 41, N15, 3465-73, 2007.	pore.	единений.
4	Yakimov MM et al.	Obligate oil-degrading marine bacteria. Curr Opin Biotechnol. 18(3), 257-66, 2007.	Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, CNR, Italy.	За последние несколько лет новая и экофизиологически необычная группа морских углеводород-разлагающих бактерий – облигатные гидрокарбонокластические бактерии (ОНСВ) – была обнаружена и было показано, что эти микроорганизмы играют значительную роль в биологическом удалении нефтяных углеводородов из загрязненных морских вод.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	В.Н. Аликин, В.И. Будников, А.Л. Каменщиков, Ф.И. Лобанов, Н.Г. Хартан.	Обезвреживание и утилизация отходов биотехнологического производства акриламида. ЭКиП: Экология и промышленность России. 12, 14-16, 2005.	Институт технической химии, г. Пермь.	Разработаны подходы для практической реализации безотходного биотехнологического производства. Представлен способ утилизации вредных выбросов паров нитрила акриловой кислоты. Отходы биокатализатора могут быть использованы в сельском хозяйстве.
2.	Демаков В.А., Максимов А.Ю., Кузнецова М.В., Овечкина Г.В.	Влияние нитрилов и амидов на рост и нитрилгидратазную активность штамма <i>Rhodococcus</i> sp. gt1, Прикладная биохимия и микробиология. 39, 63-68, 2003.	Пермский государственный университет, Институт экологии и генетики микроорганизмов, Пермь.	Исследовано влияние ряда нитрилов и амидов карбоновых кислот на рост и каталитическую активность штамма <i>Rhodococcus erythropolis</i> E84 – продуцента фермента нитрилгидратазы. Нитрилгидратаза штамма E84 способна гидратировать алифатические и, в меньшей степени, ароматические нитрилы.

3.	Е.В.Плешакова, Е.В.Дубровская, О.В.Турковская	Сравнение эффективности интродукции нефтеокисляющего штамма <i>dietzia maris</i> и стимуляции естественных микробных сообществ для ремедиации загрязнённой почвы. Прикладная биохимия и микробиология, 48, 430-437, 2008.	Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов.	Проведена сравнительная оценка эффективности использования активного штамма-деструктора <i>Dietzia maris</i> АМЗ и стимуляции естественной микрофлоры для ремедиации загрязненной нефтью почвы.
----	---	---	---	---

### 3.Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	The Hazardous Waste Clean-Up Information (CLU-IN) Web Site.	<a href="http://www.clu-in.org/about/">http://www.clu-in.org/about/</a>	Веб-сайт предоставляет информацию о технологиях для сообщества, занимающегося ремедиацией опасных отходов. Сайт описывает программы, организации, публикации и другие инструменты для федеральных и государственных кадров, инженеров-консультантов, разработчиков технологий и производителей, исследователей, общественных групп и отдельных граждан. Сайт разработан Агентством по охране окружающей среды США (EPA), но предназначен в качестве форума для всех заинтересованных кругов.
2	Office of Response and Restoration, NOAA's Ocean Service, National Oceanic and Atmospheric Administration	<a href="http://response.restoration.noaa.gov/about">http://response.restoration.noaa.gov/about</a>	NOAA's Office of Response and Restoration (OR&R) является центром экспертизы при подготовке, оценке и реагирования на угрозы в прибрежной зоне, в том числе при нефтяных и химических разливах, выбросах из мест захоронения опасных отходов, а также морского мусора.
3	Bioremediation Journal	<a href="http://www.tandfonline.com/toc/bbrm20/cur-rent#.UybuEM7cppQ">http://www.tandfonline.com/toc/bbrm20/cur-rent#.UybuEM7cppQ</a>	Журнал публикует оригинальные лабораторные и полевые исследования в биоремедиации, использование биологических и сопровождающих физических методов очистки загрязненной почвы и грунтовых вод. Журнал быстро распространяет новую информацию о новых и развивающихся технологиях биоремедиации и объединяет научно-исследовательские и инженерные практики.

4	Environmental Science and Technology	<a href="http://pubs.acs.org/journal/esthag">http://pubs.acs.org/journal/esthag</a>	Журнал «Наука об окружающей среде и технологии» (ES & T) является авторитетным источником информации для профессионалов в широком диапазоне экологических дисциплин.
---	--------------------------------------	---	--

#### 4.Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Wang, Chunchin	Hung Kuang University Taiwan, Department of Safety, Health and Environmental Engineering, Sha-Lu, Taiwan	Науки об окружающей среде.
2.	Gadd, Geoffrey Michael	University of Dundee, College of Life Sciences, Dundee, United Kingdom	Микробиология, геомикробиология, биоремедиация, очистка почв и твердых промышленных отходов от загрязнений металлами.

#### 5.Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Ягафарова Г.Г.	Кафедра «Прикладная экология» Уфимского государственного нефтяного технического университета	Охрана окружающей среды от экотоксикантов, в том числе от нефти, нефтепродуктов, буровых и твердых бытовых отходов, а также защита от коррозии.
2.	Рогачева Светлана Михайловна	Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А	Фиторемедиация, биоиндикация, почвы, водоемы, засоление, загрязнение металлами, биообъекты.
3.	Турковская Ольга Викторовна	Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН (Саратов), лаборатория экологической биотехнологии ИБФРМ РАН	Фиторемедиация почв; биоремедиация природных и хозяйственных объектов, загрязненных нефтью и нефтепродуктами; микробиологическая очистка сточных вод от поверхностно-активных веществ и нефтепродуктов; биосенсоры для детекции в воде нефтепродуктов и фунгицидов; коллекция штаммов-деструкторов ксенобиотиков.

4.	Сорокин Дмитрий Юрьевич	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского Российской академии наук	Серуоокисляющие бактерии, сульфатредукция, нитрификация, денитрификация, метаногенез, природоохранные биотехнологии, алкалофильные прокариоты.
----	-------------------------	---	--

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Биопрепарат «Руден»	<a href="http://www.biobek.ru/Products/ruden.htm">http://www.biobek.ru/Products/ruden.htm</a>	Обеззараживание воды от сырой нефти и некоторых видов специальных топлив. Преимущества перед аналогичными препаратами отечественного производства: маловосприимчив к резким колебаниям температуры; активен при значительном химическом загрязнении среды; адаптирован к средам с повышенной соленостью (до 150 г/л NaCl); работает непосредственно в толще нефти и/или нефтепродуктов.
2.	Eco-Impact	<a href="http://www.bioremediate.com/landfarming.html">http://www.bioremediate.com/landfarming.html</a>	Компания специализируется на микробиологических решениях проблем загрязнения прудов и озер, аквакультуры, канализационных сооружений, сточных вод и биологического удаления углеводородов при разливах нефти или для танков под-

			земного хранения.
--	--	--	-------------------

### 8.Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Кафедра промышленной микробиологии и генетики микроорганизмов (Chaire de Microbiologie Industrielle et de Génétique des Microorganismes) ENSA-INRA	Франция Department of Life Sciences, Institute of Botany, B22, 27, Bld du rectorat, University of Liège, B-4000 Liège, Belgium Phone:+32-4-3663812 Fax: +32-4-3663840 WEB: <a href="http://www2.ulg.ac.be/genemic/">http://www2.ulg.ac.be/genemic/</a>	Биоэнергетика, промышленная микробиология
2.	Университет Кента (University of Kent, Biological Laboratory, Canterbury, United Kingdom)	Адрес:United Kingdom, CT2 7NF, Canterbury Телефон: +44 (1227) 76 40 00 Факс: +44 (1227) 82 79 32 E-mail: <a href="mailto:imsadmin@kent.ac.uk">imsadmin@kent.ac.uk</a> Сайт: <a href="http://www.kent.ac.uk/smsas">http://www.kent.ac.uk/smsas</a>	Университет широко известен высоким качеством образования, которое доступно каждому, независимо от социального и национального происхождения, а также новаторскими подходами к обучению и передовыми научными исследованиями мирового уровня.
3.	Taki Chemical Co., Ltd.	Япония <a href="http://www.takichem.co.jp/eng/rd/index.html">http://www.takichem.co.jp/eng/rd/index.html</a>	В области исследований и разработок материалов для окружающей среды занимается созданием веществ и технологий для очистки воды.
4.	Department of Safety, Health and Environmental Engineering, Hungkuang University.	Тайвань <a href="http://engineering.missouri.edu/civil/">http://engineering.missouri.edu/civil/</a>	Инженерная экология, разработки решений экологических проблем, используя принципы биологии и химии.
5.	Department of Agricultural Chemistry, Kyoto University,	Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan <a href="http://www.agr.hokudai.ac.jp/biseibutsu/en/wada.ht">http://www.agr.hokudai.ac.jp/biseibutsu/en/wada.ht</a>	Повышение эффективности производства ценных веществ путем ферментации.

	Kitashirakawa,	<a href="#">ml</a>	Общие исследования о взаимодействии бактериальной флоры в кишечнике и желчных кислот. Генная инженерия Bifidobacterium .
--	----------------	--------------------	--

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ЗАО «Биоамид»	Адрес: 410052, Саратовская Область, Саратов Город, Международная Улица, 27 <a href="http://www.bioamid.com/">http://www.bioamid.com/</a> (6454035870)	ЗАО «Биоамид» занимается научной деятельностью и коммерческим внедрением своих разработок. По профилю научных исследований ЗАО «Биоамид» ориентировано на создание практических разработок в области биотехнологии.
2.	Пушинский институт биохимии и физиологии микроорганизмов	Адрес: 142290, Московская область, Пушкино, проспект Науки, д.5 Руководитель: Боронин Александр Михайлович Телефон: (495)9563370 Факс: (495)9563370 Email: boronin@ibpm.pushchino.ru WWW: <a href="http://www.ibpm.ru">www.ibpm.ru</a> (5039000146)	Основные направления: Микробное разнообразие и его ресурсы; Экология микроорганизмов. Физиология и биохимия микроорганизмов во взаимодействии с окружающей средой; Молекулярные механизмы функционирования генетических систем микроорганизмов; Использование микроорганизмов в биотехнологии; Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов.
3.	Уфимский государственный нефтяной технический университет, на кафедра прикладной экологии.	Адрес: 450062, Республика Башкортостан, Уфа, Космонавтов, д.1 Руководитель: Шаммазов Айрат Мингазович Телефон: (347) 2420370 Факс: (347) 2431419 Email: info@rusoil.net WWW: <a href="http://www.rusoil.net">www.rusoil.net</a> (0277006179)	Направления: Технология рекультивации технозагрязненных земель. Технология утилизации буровых отходов. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов. Энергосберегающие технологии: -утилизация твердых бытовых отходов с получением альтернативного источника энергии – свалочного биогаза; – интенсификация процесса образования биогаза из твердых бытовых отходов.
4.	Пермский институт экологии и генетики	Адрес: 614081, Пермь, ул. Голева, 13 <a href="http://www.iegм.ru/about/contact/bank.html">http://www.iegм.ru/about/contact/bank.html</a>	Разработка фундаментальных проблем общей биологии, экологии и генетики микроорганизмов.

	микроорганизмов РАН	УрО	5902290353	
--	------------------------	-----	------------	--

### **3.2. Биологические технологии и системы утилизации отходов и остаточных материалов.**

Эксперт: Крылова Любовь Николаевна

Ученая степень: Кандидат технических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Должность: ведущий научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах: нет

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Под современными биологическими технологиями утилизации отходов следует понимать те, которые обеспечивают наиболее полную переработку отходов и/или удаление из них вредных компонентов за счет применения специально подобранных штаммов/сообществ микроорганизмов и специально разработанных способов интенсификации биологических процессов.

Основное направление – поиск новых штаммов и микробиологических сообществ для различных целей, таких как:

- повышение эффективности очистных сооружений, уменьшение чувствительности активного ила к изменениям состава, рН, температуры и других параметров сточных вод;
- новые штаммы и сообщества, направленные на биодеструкцию сложно удаляемых загрязнителей и загрязнителей в низких концентрациях;
- замена физических и химических методов очистки в областях, где раньше биологическая очистка не применялась.

Новые технологии биологической очистки, основанные на использовании сульфатредуцирующих бактерий, позволят исключить применение химических реагентов, затрат на техническую воду при полном обратном водоснабжении, отвод канализационных стоков и захоронение осадков на полигонах. Применение новых технологий биологической очистки повысит экономическую эффективность очистных сооружений и снизит нагрузку на окружающую среду горно-обогатительных и металлургических предприятий.

Аппараты и устройства для проведения процессов биологической утилизации отходов требуют соответствующего усовершенствования и модификации. Увеличения эффективности очистки можно достичь, комбинируя аэробную и анаэробную биологическую очистку или физические и биологические методы, как, например, в мембранных биореакторах.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	de Graaff M., Bijmans M. F. M., Abbas B., et al.	Biological treatment of refinery spent caustics under halo-alkaline conditions. // Bioresour. Technol. 2011, 102, 7257-7264.	Sub-department of Environmental Technology, Wageningen University, Bomenweg 2, Wageningen, The Netherlands.	Настоящее исследование демонстрирует биологическую очистку НПЗ сульфидных истощенных каустиков в непрерывной системе в щелочных условиях и повышенной солености (т.е. pH 9,5; Na (+) = 0,8 М). Работа демонстрирует потенциал гало-алкалофильных бактерий в смягчении экологических проблем, связанных с щелочными отходами.
2	Piubeli F., Grossman M. J., Fantinatti-Garboggini F., Durrant L. R.	Enhanced reduction of COD and aromatics in petroleum-produced water using indigenous microorganisms and nutrient addition. // Int. Biodeterior. Biodegrad. 2012, 68, 78-84.	Univ Campinas UNICAMP. Dept Food Sci  Univ Campinas UNICAMP. Chem Biol & Agr Pluridisciplinary Res Ctr CPQBA	Пластовая вода представляет собой поток отходов большого объема, которые часто гиперминерализованы и обладают с высокой химической потребностью в кислороде (ХПК), а также содержат водорастворимые ароматические соединения, такие как фенолы. Результаты этого исследования показали, что природное микробное сообщество в таких водах можно использовать для успешного снижения ХПК и удаления ароматических соединений с помощью добавления питательных веществ без разбавления соли.
3	Abou-Elela S. I., Kamel M. M., Fawzy M. E.	Biological treatment of saline wastewater using a salt-tolerant microorganism. // Desalination. 2010, 250, 1-5.	Water Pollution Research Department, National Research Centre, Cairo, Egypt	Биологическая аэробная очистка сточных вод с повышенным содержанием соли была проведена в этом исследовании.
4	Willscher S., Mirgorodsky D., Jablonski	Field scale phytoremediation experiments on a heavy	TU Dresden, Institute of Waste Management and Contami-	Восстановление территорий, загрязненных тяжелыми металлами и радионуклидами с помощью обычных технологий реабилитации часто слишком дорого. Фиторемедиация может быть альтернати-

L. et al.	metal and uranium contaminated site, and further utilization of the plant residues. // Hydrometallurgy. 2013, 131, 46-53.	nated Site Treatment, Pratzschwitzer, Germany.  Institute of Earth Sciences, Friedrich-Schiller University, Jena, Germany	вой для таких областей, с небольшими загрязнениями, и представляет собой удобный и экологически рациональный метод ремедиации.
-----------	---	---	--

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
4.	Филиппов В. Н., Хлесткин Р. Н., Зиновьев А. П.	Биологический блок установки комплексной очистки локальных стоков. Башкирский химический журнал. 2011. Т. 18. №2. С. 116-120.	Уфимский государственный нефтяной технический университет, кафедра нефтехимии и химической технологии	Производится выбор методов иммобилизации микроорганизмов и подбор наиболее подходящего носителя для очистки сточных вод. Осуществлен поиск путей интенсификации процесса очистки производственных сточных вод и выбор материалов для снижения органической нагрузки при залповых выбросах.
5.	М.А. Водянова, Е.И. Хабарова, Л.Г. Донерьян	Анализ существующих микробиологических препаратов, используемых для биодegradации нефти в почве // Горный информационно-аналитический	Московский Государственный горный университет. Московская государственная академия тонкой	Анализ использования различных технологий для очистки почв, загрязненных нефтью, в том числе способа биоремедиации, включающего применение технологий биологической очистки почв, основанных на способности живых организмов поглощать органические вещества, способствуя их деградации.

		бюллетень. – 2010. – №7. – С. 253-258.	химической технологии, каф. Прикладной экологии и безопасности труда. НИИ Экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина.	
6.	Хлебникова Т. Д., Хамидуллина И. В.	Перспективы развития биохимической очистки промышленных сточных вод от сульфатов и ионов тяжелых металлов. // Башкир. Хим. Журнал. 2012, 19, №2, 147-155.	Уфимский государственный нефтяной технический университет	Проанализированы особенности применения различных способов очистки промышленных стоков от ионов тяжелых и цветных металлов, органических и металлосодержащих красителей, поверхностно-активных и моющих веществ и показано, что перспективной альтернативой является применение биогенного сероводорода – продукта жизнедеятельности сульфатовосстанавливающих бактерий. В этой связи рассмотрены современные методы и технологии анаэробной биологической очистки сточных вод с использованием сульфатовосстанавливающих бактерий.
7.	Аттаргусейни М. Ю., Алиева Г. А., Данишвер К. М. и др.	Перспективы использования ксилотрофных базидиальных грибов при утилизации растительных отходов. // Вестник МГОУ. Ест. Науки. 2011, №5, 5-8.	Институт микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)	В проведенных исследованиях впервые осуществлено комплексное изучение пригодности ксилотрофных грибов для рациональной утилизации растительных отходов биологическими способами. Разработаны способы получения продуктов, обогащенных белками и другими физиологически активными веществами, и технических ферментных препаратов.
8.	Киреева Н. А., Григориади А. С., Багаутдинов Ф. Я.	Фиторемедиация как способ очищения почв, загрязнённых тяжёлыми металлами. // Теор. Прикл.	Башкирский государственный университет. Башкирский государственный	В работе представлен обзор литературных данных по изучению возможности применения метода фиторемедиации для восстановления и очищения почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, а также процессов транслокации тяжёлых металлов из загрязнённой почвы в растения.

		Экология. 2011, №3, 4-16.	аграрный университет.	
9.	П.М. Соложенкин	Сульфатредуцирующие бактерии в обогащении и гидрометаллургии, ГИАБ, 2011.	Институт комплексного освоения недр (ИПКОН РАН)	Представлены результаты многолетних исследований сульфатредуцирующих бактерий и продуктов их метаболизма в качестве сульфидизаторов и репрессоров флотации, десорбентов сульфгидрильных собирателей с поверхности минералов, регуляторов флотации сульфгидрильных минералов.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	United States Environmental Protection Agency. Land, Waste and Cleanup Science	<a href="http://www2.epa.gov/science-and-technology/land-waste-and-cleanup-science">http://www2.epa.gov/science-and-technology/land-waste-and-cleanup-science</a>	Несчастные случаи, разливы, утечки и неправильная утилизация и обработка опасных материалов и отходов привели к тому, что в десятках тысяч мест по всей стране, были загрязнены земля, вода (подземных и поверхностных воды), и воздух.
2	EcoRussia.info	<a href="http://www.ecorussia.info/ru/ecopedia/biological_treatment_of_water_theory#paragraph_2434">http://www.ecorussia.info/ru/ecopedia/biological_treatment_of_water_theory#paragraph_2434</a>	Проект EcoRussia.info призван развивать то, что в мире называют Устойчивым развитием, концепцию, включающую четыре области: Здоровое общество, Экологическое равновесие, Зеленая экономика и Инновационные технологии. Проект выявляет некоторые проблемы современной цивилизации, освещает идеи по их разрешению и предлагает эффективные и инновационные, на наш взгляд, инструменты практического воплощения концепции Устойчивого развития.
3	Environmental Science and Technology	<a href="http://pubs.acs.org/journal/esthag">http://pubs.acs.org/journal/esthag</a>	Журнал «Наука об окружающей среде и технологии» (ES & T) является авторитетным источником информации для профессионалов в широком диапазоне экологических дисциплин.
4	Bioresource Technology	<a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/09608524">http://www.sciencedirect.com/science/journal/09608524</a>	Журнал Bioresource Technology («Технология биоресурсов») публикует оригинальные статьи, обзорные статьи, тематические исследования и краткие сообщения. Целью журнала является продвижения и распространения знаний во всех областях биологической очистки сточных вод, биоэнергетики, биотрансформации и анализа биоресурсных систем, а так же технологий, связанных с переработкой или производством.

5.	ООО «НПП Медиана-Эко»	<a href="http://www.mediana-eco.ru/oborudovanie/bioreactor/">http://www.mediana-eco.ru/oborudovanie/bioreactor/</a>	НПП «Медиана-Эко» специализируется на разработке, поставке, монтаже и пуско-наладке систем для очистки сточных вод.
----	-----------------------	---	---

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Lettinga, Gatze	Wageningen University and Research Centre, Sub-Dept. of Environ. Technology, Wageningen, Netherlands	Экология, биохимия, генетика и молекулярная биология
2	Orhon, Derin Derin	ENVIS Energy and Environmental Systems Research and Development Ltd., Maslak, Turkey	Экология, химическое машиностроение
3	Borja, Rafael	CSIC – Instituto de la Grasa (IG), Sevilla, Spain	Экология, химическое машиностроение
4	Wang, Shuying	Beijing University of Technology, Key Laboratory of Beijing for Water Quality Science and Water Environment Recovery Engineering, Beijing, China	Экология, химическое машиностроение

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
5.	Балакирев Илья Владимирович	Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ	Очистка почвы и воды от углеводородных загрязнений, рекультивация.
6.	Багаутдинов Фатих Ягудович	Башкирский государственный аграрный университет,	Агрономия, воспроизводство плодородия почв, повышение эффективности применения удобрений.

		факультет агротехнологий и агробизнеса, кафедра агрохимии, защиты растений и агроэкологии (Уфа)	
7.	Таранцева Клара Рустемовна	Пензенский государственный технологический университет	Инженерная защита окружающей среды, химическое сопротивление материалов, коррозия, биотехнологии
8.	Сопрунова Ольга Борисовна	Астраханский государственный технический университет, кафедра прикладной биологии и микробиологии института рыбного хозяйства, биологии и природопользования (Астрахань)	Микробиология, цианобактериальные сообщества, штаммы-деструкторы нефтяных углеводородов, очистка сточных вод.

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	HYBACS®	<a href="http://www.bluewaterbio.com/technology-hybacs-system.asp">http://www.bluewaterbio.com/technology-hybacs-system.asp</a>	HYBACS® – запатентованная гибридная технология, основанная на использовании активированного ила для удаления биогенных веществ. Процесс состоит из двух биологических стадий с последующей доочисткой. Очень высокая концентрация биомассы в блоке SMART™ удаляет до 50% от COD / BOD в сточных водах с высокой эффективностью. Снижение нагрузки позволяет

			процессу достигать более высокого качества очищенных сточных вод, в особенности удаления аммиака.
2.	BIOPAQ®	<a href="http://en.paques.nl/pageid=68/BIOPAQ%C2%AE.html">http://en.paques.nl/pageid=68/BIOPAQ%C2%AE.html</a>	Raques BIOPAQ ® – это широкий спектр анаэробных и / или аэробных технологий, где посредством бактерий органические соединения преобразуются в биогаз в среде с или без кислорода (аэробные или анаэробные процессы).

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Pittsburgh Research Laboratory	<a href="http://www.cdc.gov/niosh/contact/im-prl.html">http://www.cdc.gov/niosh/contact/im-prl.html</a> США	Научно-исследовательская программа основана на данных эпиднадзора и данных заинтересованных сторон и охватывает большинство секторов добычи, с акцентом на безопасности и опасности для здоровья.
2.	Тамперский Университет технологии (г. Тампере),	<a href="http://www.tut.fi/en/home">http://www.tut.fi/en/home</a> Финляндия	Проводит исследования в области технологии и архитектуры и обеспечивает высшее образование на основе этого исследования.
3.	«Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation» (CSIRO)	Телефон: 1300 363 400 E-mail: enquiries@csiro.au <a href="http://www.csiro.au/">http://www.csiro.au/</a> Австралия	Организация стран Британского содружества по научным и промышленным исследованиям. Введения ряда биологических методов борьбы в Австралии. Разработка Rapoptic поисковой системы.

#### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Уфимский государственный нефтяной технический университет, кафедра	450062, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1 Телефон: (347) – 2420370; E-mail: info@rusoil.net	Органический синтез; альтернативные источники химического сырья и химические реактивы; горное дело; нанотехнологии и наноматериалы; строительство и архитектура; биотехнология; химическая технология

	нефтехимии и химической технологии	WWW: <a href="http://www.rusoil.net">http://www.rusoil.net</a> (0277006179)	и химическая промышленность; трубопроводный транспорт; и др.
2.	Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ	Адрес: 142717, Московская область, Развилка, Ленинский район, Ленинский район, д.1 Руководитель: Цыбульский Павел Геннадьевич Телефон: (498) 657-42-06 Факс: (498) 657-9605 Email: <a href="mailto:vniigaz@vniigaz.gazprom.ru">vniigaz@vniigaz.gazprom.ru</a> WWW: <a href="http://www.vniigaz.gazprom.ru">www.vniigaz.gazprom.ru</a> (5003028155)	Российский научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий. 100 % дочернее предприятие ОАО «Газпром», ведущий научно-исследовательский, проектно-технологический и инжиниринговый центр ОАО «Газпром». В числе крупных проектов последних лет «Генеральная схема развития отрасли до 2030 года», «Стратегия информатизации отрасли». Научно-технические разработки и достижения ученых ООО «Газпром ВНИИГАЗ» защищены патентами и авторскими свидетельствами России и зарубежных стран, отмечены высокими государственными и отраслевыми премиями и наградами, в их числе Первая премия ОАО «Газпром» за «Разработку и внедрение методологии создания стратегических программ, высокий научно-технический уровень работ и практическую значимость для ОАО „Газпром“».
3.	Башкирский государственный аграрный университет, факультет агротехнологий и агробизнеса, кафедра агрохимии, защиты растений и агроэкологии (Уфа)	Адрес: 450001, Республика Башкортостан, Уфа, 50-летия Октября, д. 34 Руководитель: Габитов Илдар Исмагилович Телефон: (347)2289177 Факс: (3472)521200 Email: <a href="mailto:bgau@ufanet.ru">bgau@ufanet.ru</a> WWW: <a href="http://www.bsau.ru">www.bsau.ru</a> (0278011005)	Один из ведущих сельскохозяйственных вузов России. Главная цель функционирования университета – подготовка на базе новейших достижений отечественной и зарубежной науки, техники и технологий конкурентоспособных специалистов в области экономики, науки, техники и технологий агропромышленного комплекса, способных к профессиональному росту и профессиональной мобильности в условиях информатизации общества и развития новых наукоемких технологий.
4.	ИТУ «МИСиС» по изучению и разработке иммобилизации бактерий	Адрес: 119049, Москва, Москва, Ленинский проспект, д.4 Руководитель: Черникова Алевтина Анатольевна	Ведущий вуз страны по подготовке инженерных и научных кадров в области металлургии и материаловедения; производства и обработки

	и аппаратов для бактериального выщелачивания, кафедра «Обогащение руд цветных и редких металлов»	Телефон: (499)2372222, (495)6384434 Fax: (499)2362105 Email: personal@misis.ru WWW: <a href="http://www.misis.ru">www.misis.ru</a> (7706019535)	металлов, композиционных, порошковых, сверхпроводящих и полупроводниковых материалов; разработки перспективных материалов и технологий; ресурсосбережения и экологии; сертификации и управления качеством; экономики и управления; информатики и АСУ.
5.	Томский государственный университет, кафедра «Физиологии растений и биотехнологий»	634050, г.Томск. ул.Ленина, 36. главный корпус ТГУ, каб. 139 Тел./факс: 8 (3822) 52-98-53 E-mail: decan@bio.tsu.ru (7021000043) <a href="http://bio.tsu.ru/structure.html?spage=structure_kaf6">http://bio.tsu.ru/structure.html?spage=structure_kaf6</a> (7021000043)	Чрезвычайно актуальными являются работы по биотехнологии микроорганизмов, способных участвовать в «оздоровлении» водных экосистем. Работы в этой области выполняются совместно со специалистами университетов Финляндии, США, Австрии, поэтому магистранты и аспиранты проходят стажировки в зарубежных университетах.
6.	УРАН «Институт микробиологии им. С.Н.Виноградского РАН» (лаборатория нефтяной микробиологии)	Адрес: 117312, Москва, Москва, Проспект 60-летия Октября, д. 7 Руководитель: Гальченко Валерий Федорович Телефон: (499)1352139 Fax: (499)1356530 Email: inmi@inmi.ru WWW: <a href="http://www.inmi.ru">www.inmi.ru</a> (7728026790)	Основные направления исследований: биоразнообразие термофильных прокариот восстановление металлов и металлоидов термофильными прокариотами, термостабильные ферменты, молекулярная экология термофильных микробных сообществ.
7.	Ижевский электромеханический завод «Купол»	Генеральный директор Зиятдинов Фанил Газисович 426033, РФ, Удмуртская республика, г. Ижевск, ул. Песочная, 3 Тел.: +7 (3412) 90-32-11 Факс: +7 (3412) 72-68-19 E-mail: iemz@kupol.ru Internet: <a href="http://www.kupol.ru">www.kupol.ru</a> (1831083343)	Одно из крупнейших предприятий оборонно-промышленного комплекса России и входящее в состав ОАО «Концерн «Алмаз-Антей», проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в области очистки производственных сточных вод с использованием сульфат-редуцирующих бактерий.

**4. Исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие обработку («выращивание», формирование) материальных изделий (3D принтеры, инфузионные технологии, методы обработки поверхностей, «ростовые» технологии)**

**4.1. Исполнительные устройства для инженерии костной ткани, адаптированные к технологиям быстрого прототипирования, с использованием биосовместимых и биорезорбируемых композиционных материалов**

Эксперт: Комлев Владимир Сергеевич

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– приглашенный эксперт European Cells and Materials, Journal of Engineering Mechanics, Acta Biomaterialia, Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine;

– эксперт РОСНАНО по научно-техническим и образовательным проектам;

– член Европейского консорциума «From nano to macro biomaterials (design, processing, characterization, modeling) and applications to stem cells regenerative orthopedic and dental medicine (NAMABIO)».

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Биосовместимые и биорезорбируемые структуры являются одним из ключевых элементов тканеинженерных конструкций. К ним предъявляются жесткие требования. В том числе, они должны формироваться из биологически совместимых материалов, способных к биодegradации в среде организма, и замещаться естественной тканью. При этом материалы должны обладать высокой пористостью, а имплантаты из них – иметь заданную геометрическую форму. Для формирование таких структур наиболее перспективны современные технологии быстрого прототипирования.

**1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.**

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Susmita Bose, Sahar Vahabzadeh, Amit Bandyopadhyay	Bone tissue engineering using 3D printing	W. M. Keck Biomedical Materials Research Lab, School of Mechanical and Materials Engineering, Washington State University, Pullman, WA 99164, USA	Трехмерная печать является сегодня одной из наиболее распространенных технологий быстрого прототипирования, позволяющих использовать различные материалы. Тем не менее, проблема выбора исходных компонентов и подходов к изготовлению материалов до сих пор остается не решенной. В данной работе приведен обзор по разработке процесса трехмерной печати синтетических материалов.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Popov V.K., Komlev V.S., Chichkov B.N.	Calcium phosphate blossom for bone tissue 3D printing scaffolds	RAS	Трехмерная печать является сегодня одной из наиболее распространенных технологий быстрого прототипирования, позволяющих использовать в качестве исходных материалов различные формы фосфатов кальция. Тем не менее, проблема выбора исходных компонентов и подходов к изготовлению керамических матриц в полной мере до сих пор остается нерешенной. В данной работе проведены исследования по разработке процесса трехмерной печати синтетических керамических матриц на основе керамики.

## 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Organovo Holdings, Inc.	<a href="http://www.organovo.com/">http://www.organovo.com/</a>	В Organovo разрабатываются и создаются функционирующие ткани человека при использовании собственную трехмерную технологию биопринтинга. Цель заключается в создании живых человеческих тканей, для которых доказано, что они функционируют как родные ткани. Воспроизводимые технологии получения 3D тканей, делают возможными новаторские методы лечения.
2	Acta Biomaterialia	<a href="http://www.journals.elsevier.com/acta-biomaterialia/">http://www.journals.elsevier.com/acta-biomaterialia/</a>	Acta Biomaterialia – международный журнал, который публикует рецензируемые оригинальные работы, обзорные статьи и сообщения в области науки о биоматериалах. Акцент публикаций журнала делается на связи между структурой и функцией биоматериалов на всех масштабах.
3	ASME	<a href="https://www.asme.org/">https://www.asme.org/</a>	ASME помогает всемирному инженерному сообществу в решении реальных проблем. Основанная в 1880 году как Американское общество инженеров-механиков, ASME является профессиональной некоммерческой организацией, которая обеспечивает коллаборацию, обмен знаниями и повышение квалификации во всех инженерных дисциплинах.

4	ENGINEERING.com	<a href="http://www.engineering.com/3DPrinting.aspx">http://www.engineering.com/3DPrinting.aspx</a>	ENGINEERING.com приводит самые влиятельные мнения в технике для международной аудитории инженеров. Наши тексты являются информативными, вдохновляющим и интересным. Мы работаем на пересечении технологий и средств массовой информации для доставки контента через социальные медиа, видео, интернет и мобильных устройств. Благодаря нашим партнерским отношениям с другими ведущими издателями, мы создали самый широкий охват контента, касающегося инженерии.
---	-----------------	---	--

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Gabor Forgacs	Biophysics Laboratory, Department of Physics & Astronomy, University of Missouri-Columbia	Физические механизмы клеточной биологии и биологии развития, биомеханические свойства клеток и тканей, биосовместимые скаффолд-гели, «печать» органов.
2	Derby, Brian	School of Materials, The University of Manchester, UK.	Керамики, наноструктурные материалы, биоматериалы, создание биофункциональных компонентов при помощи биопринтинга.
3	Ефимов Игорь Рудольфович	Washington University in St. Louis, MO, USA	биоинжиниринг, сердечно-сосудистая физиология, биотехнология
4	Семилетова Наталья Владимировна	Калифорнийский университет, США	Молекулярная и клеточная иммунология; трансплантация паренхиматозных органов

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
	Бокерия Ольга Леонидовна	«Научный центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» РАМН	Кардиология, кардиохирургия, функциональная диагностика, электрофизиология, аритмология, профилактика
	Григорьев Евгений Валерьевич	«Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» СО РАМН	анестезиология и реаниматология, нейронауки, биоинженерия, клиническая иммунология

Григорьев Евгений Георгиевич	«Научный центр реконструктивной и восстановительной хирургии» СО РАМН	хирургия органов груди и живота, гнойная хирургия, колопроктология
Кривошеина Ольга Ивановна	«Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации	Трансплантология Биомедицинская инженерия офтальмология, патологическая физиология, гистология, цитология, клеточная биология

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	3D печать	3D printing	Может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдого объекта

#### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
	Биопринтинг	Компания Органово Сан-Диего, штат Калифорния США	В 2010 г. Organovo описывает работу кровеносного сосуда, демонстрируя способность создавать новые ткани в 3D, используя только первичные клетки человека. В 2013 Organovo представляет данные о ключевых особенностях 3D-модели печени человека. В ближайшей перспективе планируют создать технологию «печати» искусственной кожи, которая могла бы облегчить лечение многим людям, которые страдают кожными заболеваниями или получили ожоги.

Биопринтинг	Tengion, Северная Каролина, США	Tengion является пионером в разработке продуктов, состоящих из собственных (аутологичных) регенеративных клеток пациента, с или без биосовместимого материала компонента, которые имплантированы в тело. Достижения в области регенерации тканей при заболеваниях почек, раке мочевых путей, кишечника.
-------------	---------------------------------	---

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
4.	University of Pennsylvania	Philadelphia 3451 walnut street, Филадельфия, Пенсильвания 19104 Тел:1 (215) 898-5000 <a href="http://upenn.edu">upenn.edu</a>	первая в США университетская медицинская школа первый университетский госпиталь вторая в США школа ветеринарной медицины родина первого в мире электронного цифрового многофункционального компьютера
5.	Cleveland Clinic Florida, Weston, Florida	2950 Cleveland Clinic бул. Уэстон, Флорида 33331 Номер телефона Клиника: 954.659.5000 Больница: 954.689.5000 <a href="http://my.clevelandclinic.org/">http://my.clevelandclinic.org/</a>	Академический медицинский центр Cleveland Clinic Флориды в городе Уэстон имеет более 200 врачей, имеющих опыт по 40 специальностям. Медицинский городок включает в себя диагностические центры, амбулаторную хирургию и отделение 24-часовой экстренной помощи .
6.	Toho University, Sakura	Адрес : Aichi Тохо университет 3-11 Heiwagaoka, Meito-ку Нагоя, Япония 465-8515 Телефон:+81-52-782-1241 Факс: +81-52-781-0931 <a href="http://www.aichi-toho.ac.jp/">http://www.aichi-toho.ac.jp/</a>	Департамент здоровья человека и Департамент развития ребенка
7.	Maastricht University	Minderbroedersberg 4-6 6211 LK Маастрихт Нидерланды Телефон: +31 43 388 2222 <a href="http://maastrichtuniversity.nl">maastrichtuniversity.nl</a>	Научно-исследовательская деятельность в области восстановления тканей сосредоточены на разработке новых технологий, которые могут использоваться в регенеративной медицине. Это включает в себя разработку «умных» биоматериалов, которые способствуют восстановлению тканей за счет собственных стволовых клеток пациента. В пределах этого диапазона научно-исследовательской де-

тельности, регенерации тканей исследовательская группа сосредоточена главным образом на формирование костей.

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова	Адрес: 119571 г. Москва, проспект Вернадского, д. 86. тел. +7(495)936-82-06, факс +7(495)434-87-11, e-mail: rector@mitht.ru. <a href="http://www.mitht.ru/">http://www.mitht.ru/</a> (7729041008)	Деятельность МИТХТ направлена на развитие образования, науки и культуры путем проведения научных исследований и обучения на всех уровнях высшего, послевузовского и дополнительного образования преимущественно в области химии, химической технологии, биотехнологии, технологии новых материалов, материаловедения, переработки материалов, экологии и экономики химических производств, стандартизации и сертификации химических и биохимических продуктов.
2.	Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А.Герцена	Адрес: Москва, Москва, 2-й Боткинский проезд, д.3 Руководитель: Чиссов Валерий Иванович Телефон: (495) 945 8855 Факс: (495) 945 8020 Email: info@mnioid.ru WWW: www.mnioid.ru (7714042070)	МНИОИ им. П. А. Герцена является пионером в разработке органосохраняющего, комбинированного и комплексного лечения больных злокачественными новообразованиями. Консервативные методы лечения основываются на разработках по определению индивидуальной чувствительности опухолей к противоопухолевым препаратам и ионизирующему излучению.
3.	Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н.Бакулева РАМН	Адрес: 121552, Москва, Москва, Рублевское шоссе, д.135 Руководитель: Бокерия Леонид Антонович Телефон: (495)4147571 Факс: (495)4147867 Email: leoan@heart-house.ru WWW: <a href="http://www.bakulev.ru">www.bakulev.ru</a> (7706137673)	Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева РАМН, в составе которого функционируют Институт кардиохирургии им. В. И. Бураковского и Институт коронарной патологии и сосудистой хирургии, осуществляет лечебную, научную, педагогическую и организационную деятельность как головное учреждение страны по проблеме «Сердечно-сосудистая хирургия».

4.	Федеральный научный центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова	Адрес: 123182, Москва, Москва, ул. Щукинская, д. 1 Руководитель: Готье Сергей Владимирович Телефон: (495)1961803 Факс: (499)1961803 Email: <a href="mailto:infotranspl@rambler.ru">infotranspl@rambler.ru</a> WWW: <a href="http://www.transpl.ru">www.transpl.ru</a> (7734012806)	В Центре развивались и продолжают развиваться научные направления – создание искусственного сердца, систем вспомогательного кровообращения, изучение тонких иммунологических и биохимических механизмов взаимодействия организма реципиента и трансплантата, создание биосистем и многие другие
----	--	--	---

#### **4.2. Устройства для выращивания биологических тканей in vitro с использованием новых скаффолдов и принципов направленной дифференцировки клеток**

**Эксперт:** Салмина Алла Борисовна

**Ученая степень:** Доктор медицинских наук

**Ученое звание:** профессор

**Место работы:** ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Должность:** проректор, зав. кафедрой

**Участие в научных, профессиональных сообществах:**

- Член редакционной коллегии журналов «Journal of Alzheimer's Disease» (США, 2009-2010),
- «Сибирское медицинское обозрение» (РФ, с 2006), «Reproductive System & Sexual Disorders» (США, с 2011),
- эксперт международных журналов ( “Cellular and Molecular Neurobiology”, “Frontiers in Bioscience”, “Frontiers in Neurology”, “Africa J. of Pharmacy and Pharmacological Research”, “Natural Science”, “Neuroscience and Neuroeconomics”, “American Journal of Alzheimers Disease & Other Dementias”, «Neural Regeneration Research»).

## Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.

Новая производственная технология обеспечивает развитие такого направления биоинженерии, как конструирование и воссоздание биологических тканей и органов (в том числе с заданными свойствами) для задач восстановительной (регенеративной) медицины, диагностики *in vitro*, в том числе с применением персонифицированных подходов. Современный уровень развития позволяет создавать «фабрики» биологических тканей и органов, применять клетки неэмбрионального происхождения (тем самым нивелировать этические проблемы), использовать 3D-биопринтеры для производства биологических тканей.

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Koch L. et al.	Laser-assisted cell printing	Lazer Centrum Hannover, Germany	Применение технологии для формирования биологических тканей.
2	Tasoglu S. et al.	Bioprinting for stem cell research	Harvard Medical School, USA	Обзор современных методов и областей применения методов биопринтинга для решения биомедицинских задач.
3	Mazaki T. et al.	A novel, visible light-induced, rapidly cross-linkable gelatin scaffold for osteochondral tissue engineering	Okayama University, Japan	Применение нового поколения желатиновых скаффолдов для решения задач регенеративной медицины

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Борзенко С.А. и др.	Методологические и технологические проблемы конструирования искусственной роговицы на базе 3D-клеточного культивирования	МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова», Москва	Создание искусственной роговицы in vitro

## 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Сайт компании Organovo	<a href="http://www.organovo.com/3d-human-tissues">http://www.organovo.com/3d-human-tissues</a>	Информация о продуктах, полученных с помощью технологии 3D-биопринтинга
2	Сайт компании Regenovo	<a href="http://www.regenovo.com">www.regenovo.com</a>	Информация о продуктах, полученных с помощью технологии 3D-биопринтинга

## 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Donald E. Ingber	Wyss Institute, Harvard University, USA	биоинженерия сосудов, новые биологические материалы, клеточная биология

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Миронов Владимир Александрович	Компания «3d Биопринтинг Солюшенс» Частная лаборатория биотехнологических исследований Резидент Фонда «Сколково», Москва	Тканевый инженер, автор первой публикации о печати органов Биоинжиниринг органов и тканей, биопринтинг

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	3D-bioprinting	3D-биопринтинг	выращивание биоинженерных конструкций с применением трехмерных скаффолдов
2	scaffold	матрица, скаффолд	основа для выращивания биологических тканей, имитирующая внеклеточный матрикс
3	iPSCs	индуцированные плюрипотентные стволовые клетки	полученные из соматических дифференцированных клеток плюрипотентные клетки с высоким потенциалом к пролиферации и направленной дифференцировке

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
	3D-bioprinting	Великобритания (Ньюкасл), США (Принстон), КНР (Гуангчжоу)	Воссоздание и применение в клинической практике отдельных органов с использованием технологии 3D-биопринтинга.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Organovo	<a href="http://www.organovo.com/3d-human-tissues">http://www.organovo.com/3d-human-tissues</a> (США)	разработка технологий 3D-биопринтинга
2	Regenovo	<a href="http://www.regenovo.com">www.regenovo.com</a> (Китай)	разработка технологий 3D-биопринтинга

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
	Компания «3d Биопринтинг Солюшенс» Частная лаборатория биотехнологических исследований Резидент Фонда «Сколково», Москва		Занимается практическим развитием технологий репродуктивной медицины в России и реализует инновационный проект по разработке методов трехмерной органной биопечати.

**5. Новые материалы и композиции (конструкции) из материалов (включая композиционные материалы различных типов, материалы с заранее заданными свойствами)**

**5.1. Биodeградируемые сплавы на основе магния с полимерным покрытием для производства биосовместимых резорбируемых имплантатов для остеосинтеза и коронаро-пластики.**

Эксперт: Павлинич Сергей Николаевич

Ученая степень: Кандидат медицинских наук, доктор технических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет»

Должность: Начальник научно-исследовательского отдела Школы биомедицины

Участие в научных, профессиональных сообществах: член Общества Биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Направления применения имплантатов: для реконструктивного остеосинтеза, для коррекции хронической ишемии с использованием деградируемых коронарных стентов на основе сплавов нового поколения, профилактика отсроченного рестеноза. Используются для фиксации переломов и остеотомии в травматологии и ортопедии, челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии, при артродезе, для фиксации костных трансплантатов. Биodeградируемые имплантаты имеют ряд весомых преимуществ перед стандартными имплантатами: биосовместимы, безопасны, не вызывают гипер-реакции отторжения со стороны иммунной системы, не требуют повторной операции для извлечения так как полностью элиминируются организмом, сохраняя положительный эффект реконструктивного вмешательства.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы авто- ра/место проведения ис- следований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Pavlinich S.N., Li Li et al.	In vitro drug release and hemocompatibility of bio-degradable Plga/peg coated Paclitaxel-eluting stents	Harbin Engineering University, Heilongjiang province, China	В исследовании изучались Паклитаксел (Paclitaxel)-элюирующие стенты (PTX) с биоразлагаемым сополимерным покрытием. Полимерная смесь, состоящая из PLGA (полимолочная кислота-согликолевой кислоты) и ПЭГ (полиэтиленгликоль) была применена в качестве носителя лекарственного средства и собрана на поверхности стентов из нержавеющей стали 316L при помощи напыления методом ультразвуковой атомизации.
3	Nan Li, Yufeng Zheng	Novel Magnesium Alloys Developed for Biomedical Application: A Review	State Key Laboratory for Turbulence and Complex System and Department of Materials Science and Engineering, College of Engineering, Peking University, Beijing 100871, China	Существует растущая заинтересованность в разработке магниевых сплавов для промышленных и биомедицинских приложений. В данной статье приводится обзор современного состояния имплантатов из магниевых сплавов и устройств для ортопедических, сердечно-сосудистой и тканевой инженерии.
4	Sarah E. Henderson, Konstantinos Verdelis, Spandan	Magnesium alloys as a biomaterial for degradable craniofacial screws.	Department of Bioengineering, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA	Недавно магниевые сплавы привлекли значительное внимание как потенциальные биоматериалы для разлагаемых имплантатов, и в этом исследовании была оценена пригодность магния для винтов черепно-лицевых костей. Результаты работы показывают, что использование Mg сплавов для приложений в области черепно-лицевой хирургии является многообещающим.
5	F. Witte, J. Fischer, J. Nellesen, et al.	In vivo corrosion and corrosion protection of magnesium alloy LAE442	Laboratory for Biomechanics and Biomaterials, Hannover Medical School, An-	Целью данного исследования было изучение того, вызывает ли магниевый сплав LAE442 in vivo соответствующий ответ организма хозяина и исследование, как дополнительное покрытие из фторида магния (MgF <sub>2</sub> ) влияет на скорость коррозии in vivo. Это ис-

			na-von-Borries-Strasse 1-7, 30625 Hannover, Germany	следование показало, что магниевый сплав LAE442 обеспечивает низкую скорость коррозии и вызывает приемлемый ответ хозяина. Скорость коррозии in vivo может быть дополнительно уменьшена за счет покрытия MgF <sub>2</sub> .
6	D. Gastaldi, V. Sassi, L. Petrini, et al.	Continuum damage model for bioresorbable magnesium alloy devices – Application to coronary stents	Laboratory of Biological Structure Mechanics, Department of Structural Engineering, Politecnico di Milano, Italy	Основным недостатком обычного стентирования является высокий риск рестеноза. Идея стента, который «исчезает» после того, как выполнил свою миссию, очень интересна, так как можно ожидать, что масса стента уменьшается во времени, тем самым позволяя постепенную передачу механической нагрузки на окружающие ткани вследствие контролируемого растворения путем коррозии. Магний и его сплавы являются привлекательными материалами для проектирования биоразлагаемых стентов.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	И.Э. Кузнецова, Н.В. Церетели, О.Е. Сухоруков, Д.А	Перспективы применения биодеградируемых стентов в лечении атеросклеротических заболеваний сосудов	ГБУЗ «Научно-практический центр интервенционной кардио ангиологии Департамента здравоохранения города Москвы», Россия	Коронарное стентирование стало основным методом среди чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) в лечении больных ишемической болезнью сердца. Коронарные стенты используются как каркасные устройства, снимающие главные ограничения баллонной ангиопластики и увеличивают безопасность вмешательств, предупреждая раннее эластическое спадение – recoil и позднее ремоделирование сосуда. Частота рестеноза была значительно снижена после внедрения в клиническую практику стентов, выделяющих лекарственные вещества (СВЛ).
2	Соловьева В.А.	Композиционные материалы на основе биоразлагаемых полимеров для им-	Российский Химико-технологический Университет им. Д.И. Менделеева	Основной особенностью традиционных материалов, используемых сегодня для восстановления функций костных тканей (металлы и их сплавы, биостекла, керамика, акриловые пластмассы), является биостабильность – недеградируемость в живом организме. Биоре-

		плантатов в челюстно-лицевой хирургии		зорбируемые натуральные и синтетические материалы, деструктирующие на нетоксичные вещества и выводимые из организма, позволяют избежать этих негативных последствий или свести их к минимуму.
3	Борозна В.Ю.	Повышение физико-механических свойств титановых сплавов путем модифицирования поверхности и формирования композитного металл-полимерного слоя ультразвуковой обработкой	Юргинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»	Сплавы являются одними из наиболее распространенных конструкционных материалов в производстве изделий медицинской техники и, в частности, биоимплантатов. Однако требования к современной технике и медицине диктуют необходимость создания конструкционных материалов нового поколения, обладающих повышенными механическими, усталостными и другими функциональными характеристиками.

### 3.Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Acta Biomaterialia	<a href="http://www.actamaterialia.org/journals/acta-biomaterialia/">http://www.actamaterialia.org/journals/acta-biomaterialia/</a>	Международный журнал, который публикует рецензируемые оригинальные исследовательские работы, обзорные статьи и сообщения в широком смысле области науки о биоматериалах.
2	Journal of Materials Science & Technology	<a href="http://www.journals.elsevier.com/journal-of-materials-science-and-technology/">www.journals.elsevier.com/journal-of-materials-science-and-technology/</a>	Журнал материаловедения и технологии имеет целью повышение международного обмена результатами научной деятельности в области науки о материалах и технологии.
3	Applied Surface Science	<a href="http://www.journals.elsevier.com/applied-surface-science">http://www.journals.elsevier.com/applied-surface-science</a>	Журнал посвящен научным исследованиям свойств материалов на атомном и молекулярном уровне.
4	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials	<a href="http://www.journals.elsevier.com/journal-of-the-mechanical-behavior-of-biomedical-materials/">http://www.journals.elsevier.com/journal-of-the-mechanical-behavior-of-biomedical-materials/</a>	Журнал посвящен механической деформации и повреждениям под действием приложенных сил, биологического материала (на тканевом, клеточном и молекулярном уровнях) и биоматериалов, то есть тех материалов, которые предназначены для имитации или замены

		behavior-of-biomedical-materials	биологических материалов.
5	Ортопедия, травматология и протезирование	<a href="http://journal.rniito.org/">http://journal.rniito.org/</a>	Научно-практический журнал «Травматология и ортопедия России», первый номер которого вышел в свет в 1993 году, является старейшим в современной России периодическим изданием, освещающим проблемы лечения травм и заболеваний опорно-двигательной системы.
6	Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия / Cardiology & cardiovascular surgery	<a href="http://www.mediasphere.ru/journals/cardsurg/about/">http://www.mediasphere.ru/journals/cardsurg/about/</a>	Научно-практический рецензируемый журнал, который призван объединить научно-практическую информацию по всем кардиологическим специальностям. С его появлением все специалисты, связанные с проблемами сердечно-сосудистых заболеваний, узнают о путях комплексных решений в лечении ССЗ. В рамках одного журнала объединены знания и опыт множества специалистов других областей кардиологической науки и практики для достижения максимальной эффективности и безопасности медицинских вмешательств.

#### 4.Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Li Li	Center for Biomedical Materials and Engineering of Harbin Engineering University	Руководитель центра исследований биомедицинских материалов и инженерии, специалист в области материаловедения и современных технологий био сплавов используемых в медицине
2	Yufeng Zheng	Department of Materials Science and Engineering of Peking University	Ведущий специалист-ученый, конструктор из Пекинского университета в сфере научно-исследовательских и прикладных испытаний различных биоматериалов для практического применения в сфере медицины.

#### 5.Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Каленик Татьяна Кузьминична	Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины	Заслуженный деятель РФ в сфере науки и образования, академик РАЕН, доктор биологических наук, председатель ДВ филиала Общества биотехнологов им.Овчинникова
2	Павлинич Сергей Николаевич	Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины	Доктор технических наук по специальности материаловедение, ученый-исследователь. Сфера научных проф. интересов: биоматериалы и прикладная инженерия в сфере медицины.

3	Шаркеев Юрий Петрович	ИФПМ СО РАН, г.Томск	Член научно-технического совета: «Многокомпонентные био композиционные медицинские материалы»
---	-----------------------	----------------------	---

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	3D печать	3D printing	может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдого объекта
2	Биоматериалы	Biomaterials	«...Биоматериал – 1) материал из живых тканей; 2) синтетический или естественный материал, используемый в медицинском устройстве или в контакте с биологическими системами...» (Источник: «ВП-П8-2322. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года» (утв. Правительством РФ 24.04.2012 N 1853п-П8)
3	Биодеградация	Biodegradation	Биодеградация (биологический распад, биоразложение) – разрушение сложных веществ, материалов в органической живой среде или посредством био микроорганизмов.
4	Стенты	Stents	Стент – специальная, изготовленная в форме цилиндрического каркаса упругая металлическая или пластиковая конструкция, которая помещается в просвет полых органов и обеспечивает расширение участка, суженного патологическим процессом. Стент обеспечивает проходимость физиологических жидкостей, расширяя просвет полого органа (артерии, пищевода, кишечника, желчевыводящих путей и мочеточника).
5	Имплантат	Implantat	Имплантаты (нем. Implantat) – класс изделий медицинского назначения, используемых для вживления в организм либо в роли протезов (заменителей отсутствующих органов человека), либо в качестве идентификатора (например, чип с информацией, вживляемый под кожу).
6	Биосовместимость	Biocompatibility	Биосовместимость – способность материала встраиваться в организм пациента, не вызывать побочных клинических проявлений и индуцировать клеточный или тканевой ответ, необходимый для достижения оптимального терапевтического эффекта.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	CN Patent №101 279 111	Harbin Engineering University, China	Патент на изобретение – биodeградируемые сплавы на основе магния с полимерным покрытием

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Center for Biomedical Materials and Engineering of Harbin Engineering University	<a href="http://cbme.hrbeu.edu.cn/index3_e.asp">http://cbme.hrbeu.edu.cn/index3_e.asp</a> (Китай)	научно-прикладные исследования биоматериалов и технологий использования био сплавов для медицинских целей

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет	г. Томск, пр.Ленина, 30, оф.127 (7018007264)	НОЦ «Биосовместимые материалы и биоинженерия»
2	Институт физики прочности и материаловедения СО РАН	634021, г. Томск, просп. Академический, 2/4 (7021000822)	Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН) создан в 1984 году и является одним из ведущих в Сибирском регионе научных учреждений в области материаловедения, разработки и создания новых материалов, включая наноматериалы, и изделий из них.

3	ЗАО «Медицинский инновационный технологический центр» (Медицинский технопарк) г. Новосибирска	г. Новосибирск, Россия (5406654613)	Центр занимается внедрением инновационных медицинских технологий и продуктов в практическое здравоохранение, оценкой эффективности инновационных медицинских продуктов и технологий, вопросами сертификации, фармако-экономическими исследованиями, проведением (клинических) медицинских испытаний, изучением регенеративных технологий и новых материалов.
---	---	-------------------------------------	--

## 5.2. Биodeградируемые пластмассы и их микробиотехнологическое производство из сточных вод (из программы Waste to Resources)

Эксперт: Сорокин Дмитрий Юрьевич

Ученая степень: доктор биологических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского Российской академии наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– член Российского микробиологического общества;

– в течение последних 20 лет – сотрудничество с Department of Biotechnology, Delft University of Technology, The Netherlands.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Одна из самых тяжелых проблем загрязнения окружающей среды в современном мире связана с сверхпродукцией полимерных пластиков из углеводов, для которых в природе не существует естественных механизмов биodeградации, в частности полиэтилен, полипропилен и особенно поликарбонат (полиэтилентерефталат). В настоящее время утилизация проводится путем сжигания, что приводит к вторичному загрязнению атмосферы. В связи с этим в настоящее время производится активный поиск альтернативных полимерных биоразлагаемых материалов.

В последние годы в Дельфтском Технологическом Университете (TU Delft) разработана альтернативная технология, использующая совершенно другую стратегию сверхпродукции биопластика, чем технология базирующаяся на культивировании чистых культур. Она основана на 2 принципах:

- использование сточных вод производств богатых углеводами (например кондитерские фабрики) в качестве субстрата;

- отбор сверх продуцентов пластика в нестерильных условиях напрямую из сточных вод за счет уникального 2-фазного культивирования. Лабораторные эксперименты показали, что таким путем можно достичь отбора культуры с абсолютным доминированием сверх продуцента в нестерильных условиях, образующего до 85% полигидроксиалканоатов от сухой биомассы. Пилотная установка на шоколадной фабрике "Марс" подтвердила лабораторные результаты и в настоящее время технология проходит производственные испытания (компания Raques BV). Доминирующий организм является новой гамма-протеобактерией, названной *Plasticicumulans* (автор принимал участие в ее выделении и микробиологическом описании).

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Jiang, Yang; Marang, Leonie; Tamis, Jelmer; van Lo	Waste to resource: Converting paper mill wastewater to bioplastic.	TU Delft	Water Research (2012), 46(17), 5517-5530
2	Tamis, Jelmer; Marang, Leonie; Jiang, Yang; van Lo	Modeling PHA- producing microbial enrichment cultures- towards a generalized model with predictive power	TU Delft	New Biotechnology (2014), Ahead of Print.
3	Moralejo Garate, HM, Mosquera Corral, A, Campos, J	Innovative processes for resources recovery from wastewaters: PHA production.	TU Delft	In F Omil & S Suarez (Eds.), Innovative Technologies for Urban Wastewater Treatment Plants (pp. 261-298). Lápices 4.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
	нет			

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Waste to Resources	<a href="http://w2r.nl/">http://w2r.nl/</a>	Internet site
2	Bioresorce Technology		journal
3	Water Research		journal

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Dr. Robbert Kleerbazem	TU Delft	Environmental Biotechnology
2	Prof.Dr.Ir. Mark van Loosdrecht	TU Delft	Environmental Biotechnology

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Сорокин Дмитрий Юрьевич	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского Российской академии наук	Микробиология, природоохранная биотехнология, серо окисляющие бактерии, сульфат редукция, нитрификация, денитрификация, метаногенез, природоохранные биотехнологии, алкалофильные прокариоты.

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Полигидроксиалканаты	Polyhydroxyalkanoates	полимеры гидроксигирных кислот C4-C8
2	Биоразлагаемый биопластик	biodegradable bioplastic	биополимер, обладающий свойствами пластичных пленок, который при попадании в окружающую среду быстро разлагается на безвредные продукты

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Получение биопластика из сточных вод	TU Delft/Paques B.V.	технология основана на 2 принципах: 1 – использование сточных вод производств богатых углеводами (например кондитерские фабрики) в качестве субстрата и 2: отбор сверх продуцентов пластика в нестерильных условиях напрямую из сточных вод за счет уникального 2-фазного культивирования.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Department of Biotechnology, TU Delft	г. Дельфт (Нидерланды)	Environmental Biotechnology

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ИНМИ РАН		фундаментальная микробиология
2	Мосводоканал		Прикладная микробиология и биотехнология

### **5.3. Новые технологии коррекции иммунологических дефектов при радиационных поражениях, возрастных изменениях, онкологических заболеваниях**

Эксперт: Куликов Александр Владимирович

Ученая степень: доктор биологических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук

Должность: зав. лаб., ученый секретарь института

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Объективные данные, свидетельствуют о значительной возрастной инволюции тимуса (Makinodan, Kay, 1980; Lipschitz, 1987; Miller, 1991; Anisimov et. al., 20011; Смирнов, Фрейдлин, 2008, Анисимов 2013).

Считается установленным, что снижение эндокринной активности тимуса играет ключевую роль в возрастных дисфункциях иммунной системы, поскольку заместительная гормональная терапия способна частично восстановить различные иммунные функции в старости (Zatz, Goldstein, 1995). Показано, что некоторые иммуномодуляторы, в частности, те же пептидные препараты тимуса, могут восстанавливать компетентность иммунных клеток в стареющем организме и увеличивать продолжительность жизни животных (Лабунец и др., 1997; Морозов, Хавинсон, 1996; Морозов,

Хавинсон, Анисимов 1997, 2010; Anisimov et al., 2008). Ассоциация широкого круга патологических процессов с дефектами иммунной системы привела к предположению, что старение иммунной системы может ограничивать продолжительность жизни (Walford, 1969; Анисимов, 2008).

Исходя из опыта работы в области трансплантации иммунокомпетентных тканей (тимус, костный мозг) в иммунопривилегированные зоны организма, авторами разработаны методы достоверного замедления необратимой возрастной атрофии тимуса. Применение указанных методов в модификациях позволяет:

- значительно снизить темп необратимой возрастной инволюции тимуса в разных возрастных группах, другими словами, замедлить скорость старения Т-клеточного звена иммунологической системы, повышая защиту организма от инфекций, онкогенов, последствий стрессов;

- после радиационного стресса (сублетальное облучения в дозе 4 Гр) добиться ускоренного восстановления иммунологического статуса;

- в 19 раз снизить месячную смертность после летального облучения животных в дозе 8 Гр.

- по результатам длительного эксперимента удалось показать, что применения разработанного авторами способа привело к увеличению на  $19 \pm 5\%$  средней и до 21% максимальной продолжительности жизни животных.

Кроме расширения описанных экспериментов, в проекте планируется провести серию исследований по влиянию коррекции иммунологического статуса организма на рост перевиваемых опухолей. Предполагается, что животные с «омоложенной» иммунной системой будут более успешно противостоять развитию патологических новообразований.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Tze W.J., Tai J. .	Immunological studies in diabetic rat recipients with pancreatic islet cell allograft in the brain // Transplantation. - 2009. – V.47. – N 6. – P. 1053-1056	Центр трансплатации органов и тканей	Рассматривается возможность трансплантации тканей в относительно иммунопривилегированные зоны организма, что дает возможность трансплантату функционировать неограниченно долго без применения иммунодепрессантов
2	Nance D.M., Sanders V.M.	Autonomic innervation and regulation of the immune system // Brain Behav Immun. – 2007. – Vol. 21, N. 6. – P. 736-745.	Институт иммунологии	Рассматривается возможность трансплантации тканей в относительно иммунопривилегированные зоны организма, что дает возможность трансплантату функционировать неограниченно долго без применения иммунодепрессантов

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	А. В. Куликов, Л. В. Архипова, Д. А. Куликов	Увеличение средней и максимальной продолжительности	ИТЭБ РАН	Показана возможность использования иммунопривилегированных зон для компенсации различных патогенных состояний

		жизни за счет трансплантации аллогенных клеток тимуса в переднюю камеру глаза животных// Успехи геронтологии, – 2013,- Т.26, – №4,- С.643-646		
2	З.Н. Журавлева, Н.С. Косицын	Морфофункциональные взаимодействия периферических нервных волокон радужки с нейронами, развивающимися в передней камере глаза крысы. Морфология, 2009, 135, 3, 41-46	ИВНД РАН	Показана возможность использования иммунопривилегированных зон для компенсации разл. пат. состояний

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Российско-германский научный форум по биологии и биотехнологии	Пушино, ПНЦРАН Пр. Науки 3	Форум посвящен современным вопросам биологии, биотехнологии и биомедицины

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Божков А.И.	Харьковский университет, Украина	Геронтология, биотехнология, биомедицина

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Скалецкий Н.Н.	НИИ Трансплантологии и искусственных органов	Трансплантология, иммунология.
2	Машков А.Е.	МОНИКИ им. Владимирского	Детская хирургия, трансплантология

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Трансплантация	Transplantation	Пересадка органа или ткани
2	Регенерация	Regeneration	Сомопроизвольное восстановление ткани

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Лечение энкопреза у детей Патент на изобретение №2405573 «Способ восстановления запирающего аппарата прямой кишки» зарегистрировано в Государственном реестре изобретений 10 декабря 2010 г. Авторы: Машков А.Е., Куликов А.В. и др.	МОНИКИ им. Владимирского	Разработан способ позволяющий лечить энкопрез у детей

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	НИИ биологии	Харьковский национальный Университет им. В.Н.Каразина (Украина)	Исследования в области геронтологии и регенерации

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	МОНИКИ им. Владимирского	Москва, ул. Щепкина 61/2 (5039002070)	Лечение всего спектра патологических состояний

#### **5.4. Технология получения рекомбинантного лактоферрина человека**

Эксперт: Просеков Александр Юрьевич

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»

Должность: Ректор Кемеровского технологического института пищевой промышленности

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Член диссертационного совета Д 212.089.01 по специальности 05.18.04

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Биологически активный белок лактоферрин принадлежит к семейству белков-трансферринов, осуществляющих перенос железа в клетки и контролирующим уровень свободного железа в крови и во внешних секретах. Лактоферрин представлен преимущественно в молоке человека и других млекопитающих.

Технологии производства лактоферрина предыдущего поколения являются недостаточно эффективными. Мировая потребность в лактоферрине сегодня (90 т) значительно превышает предложение. Лактоферрин – один из дорогостоящих белков: один грамм лактоферрина человека стоит около 15000 долларов, поэтому вопрос об удешевлении и увеличении его производства стоит очень остро.

Современные технологии производства лактоферрина основаны на достижениях молекулярной биологии.

На сегодняшний день в продаже имеется лактоферрин человека, полученный при помощи грибков рода *Aspergillus*, а также из риса. Больших успехов в данной технологии удалось достичь белорусским и российским ученым, объединившим свои усилия в рамках проекта «БелРосТрансген». Были созданы первые опытные стада коз, которые продуцируют с молоком рекомбинантный лактоферрин человека.

Группой российских ученых сотрудников НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи РАМН совместно с учёными Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена была создана и протестирована новая система для эффективного производства человеческого лактоферрина в куриных яйцах.

Разработанная система основана на введении гена лактоферрина в оплодотворённые куриные яйца с помощью частиц аденовируса CELO.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	L. Adlerova, A. Bartoskova, M. Faldyna	Lactoferrin: a review / Veterinarni Medicina, 2008	University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences, Brno, Czech Republic; Veterinary Research Institute, Brno, Czech Republic	В данном обзоре обсуждаются биологические свойства гликопротеина лактоферрина. Лактоферрин обладает различными биологическими функциями, в том числе играет роль в метаболизме железа, пролиферации и дифференцировке клеток, обладает антибактериальной, противовирусной, и противопаразитарной активностью. По всей видимости, многие из этих функций не связаны с его способностью связывать железо.
2	Jan M. Steijns and A. C. M. van Hooijdonk	Occurrence, structure, biochemical properties and technological characteristics of lactoferrin /British Journal of Nutrition, 2000	DMV International, R&D Center, Veghel, The Netherlands	Эта статья описывает некоторые детали, как железо и другие катионы могут связываться лактоферрином человека или крупного рогатого скота, и описывает части молекулы белка, которые являются критическими для взаимодействия с клетками и биомолекулами. Кроме того, в статье описаны технологические аспекты, и наиболее подробно термочувствительность, бычьего лактоферрина в различных матриксах.
3	Susana A. González-Chávez et al	Lactoferrin: structure, function and applications / International Journal of Antimicrobial Agents, 2009	Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, Mexico	В настоящем обзоре обобщены предполагаемые антимикробные механизмы, клинические приложения и гетерологичные модели экспрессии для лактоферрина. Диапазон его защитных эффектов простирается от прямого антимикробного действия против широкой группы микроорганизмов, в том числе бактерий, вирусов, грибов и паразитов, и до противовоспалительного и противоопухолевого действия.
4	Mamoru Tomita et al	Twenty-five years of research on bovine lactoferrin applications / Biochimie,	Dairy Techno Inc., 2-3-9 Shiba, Minato-ku, Tokyo, Japan.  Food Science &	Обзор 25 лет исследований и разработок, связанных с лактоферрином. Крупномасштабное производство ЛФ крупного рогатого скота было начато более 20 лет назад. За этот период ЛФ начал применяться в коммерческих продуктах питания. Показано, что ЛФ увеличивает защиту против инфекций путем антимикробного дей-

		2008	Technology Institute, Morinaga Milk Industry Co., Ltd., Higashihara, Japan	ствия и иммуномодуляции. Пероральное введение ЛФ предотвращает развитие рака.
--	--	------	--	---

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	И.Н. Никишина, С.В. Симоненко	Полифункциональная нано-частица лакто- феррин / Пищевая промышленность, 2010	НИИ детского пи- тания	Рассмотрены характеристики физиологически значимого белка лактоферрина, который является одним из факторов пассивного иммунитета, передаваемого от матери потомству.
2.	Н.В. Борзенкова, Н.Г. Балабушевич, Н.И. Ларионова	Лактоферрин: физико- химические свойства, биологические функ- ции, системы достав- ки, лекарственные препараты и биологи- чески активные добав- ки (обзор) /Биофармацевтический журнал, 2010	Химический фа- культет Московско- го государственного университета им. М. В. Ломоносова	В обзоре обобщены физико-химические свойства и биологические функции лактоферрина. Рассмотрены области использования и системы доставки лактоферрина, а также лекарственные препараты и биологически активные добавки на его основе.
3.	Г.С. Комолова, Н.А. Тихомирова, И.И. Ионова, С.А. Комолов	Лактоферрин коровье- го молока	МГУ прикладной биотехнологии, Ин- ститут биохимии им. А.Н. Баха РАН	Лактоферрин играет важную роль в защитных механизмах и рассматривается в качестве активной основы медицинских препаратов и пищевых продуктов лечебно-профилактического назначения.

4.	О.В. Бухарин, А.В. Вальшев, И.В. Вальшева	Роль лактоферрина в противомикробной защите / Успехи современной биологии, 2011	Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН	Представлены данные о роли лактоферрина и его производных в противомикробной защите хозяина. Охарактеризован спектр чувствительных к лактоферрину микроорганизмов (аэробные и анаэробные бактерии, вирусы, грибы, простейшие). Описаны механизмы антимикробного эффекта лактоферрина.
----	---	---	---	---

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	«Трансгенфарм»	<a href="http://www.transgen.ru/">http://www.transgen.ru/</a>	Биотехнологический центр трансгенеза в фарминдустрии
2	Наука и технологии России – STRF.ru	<a href="http://www.strf.ru/">http://www.strf.ru/</a>	Электронное издание «НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ РОССИИ – STRF.ru» создано в 2005 году при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям и Министерства образования и науки России (Госконтракт №02.466.11.7001 от 29.03.2005 «Создание и поддержка системы информирования потенциальных инвесторов и общественности о перспективных технологиях, создаваемых и внедряемых в рамках Федеральной целевой научно-технической программы»). Проект является информационно-аналитическим экспертным представлением мероприятий в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы».
3	LTF lactotransferrin [Homo sapiens (human)] на сайте National Center for Biotechnology Information (NCBI)	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene?cmd=retrieve&amp;dopt=default&amp;list_uids=4057">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene?cmd=retrieve&amp;dopt=default&amp;list_uids=4057</a>	Описание свойств гена и белка лактоферрина человека.
4	Nature Biotechnology	<a href="http://www.nature.com/nbt/index.html">http://www.nature.com/nbt/index.html</a>	Nature Biotechnology – это ежемесячный журнал, охватывающий сферы науки и бизнеса в биотехнологии. Он публикует новые концепции в технологии и методологии биологических, медико-биологических, сельскохозяйственных и экологических науках, а также охватывает коммерческие, политические, этические, правовые и социальные аспекты таких исследований.

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Александр Иванович Будевич	Научно-практического центра НАН Беларуси по животноводству	Разработка и совершенствование биотехнологических методов репродукции сельскохозяйственных животных. Работа в области трансгенеза и клеточной инженерии на основе создания новых направлений использования достижений молекулярной генетики, криобиологии, цитологии и эмбриологии.
2	Jan M. Steijns	DMV International, R&D Center	Происхождение, структура, биохимические свойства и технологические характеристики лактоферрина.
3	M. Atef Yekta	Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University	Влияние лактоферрина на клетки <i>E. coli</i> .
	Иван Павлович Шейко	БелНИИЖ, Белоруссия	Разведение, селекция, генетика и воспроизводство сельскохозяйственных животных.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Игорь Львович Гольдман	Институт Биологии Гена, РАН	Исследования рекомбинантных лекарственных белков человека в молоке трансгенных животных.
2.	Алексей Васильевич Дейкин	Институт Биологии Гена, РАН	Разработка теоретических вопросов получения трансгенных животных и практическое использование трансгенов в качестве продуцентов с молоком лекарственных белков человека.
3.	Елена Рубеновна Садчикова	Институт Биологии Гена, РАН	Разработка теоретических вопросов получения трансгенных животных и практическое использование трансгенов в качестве продуцентов с молоком лекарственных белков человека.
4.	Алексей Викторович Соколов	НИИ экспериментальной медицины СЗО РАМН	Медьпротеиды, железопротеиды, обмен меди и железа структура белков, биохимия воспаления, внеклеточные белки, лактоферрин.

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Лактоферрин		<p>Полифункциональный белок из семейства трансферринов. Лактоферрин является глобулярным гликопротеином с молекулярной массой около 80 кДа и широко представлен в различных секреторных жидкостях, таких как молоко, слюна, слёзы, секреты носовых желез.</p> <p>Лактоферрин является одним из компонентов иммунной системы организма, принимает участие в системе неспецифического гуморального иммунитета, регулирует функции иммунокомпетентных клеток и является белком острой фазы воспаления.</p>

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	«БелРосФарм»	ООО «Трансгенфарм» (Москва), ООО «Трансген-банк» (Москва)	Получены трансгенные козы – продуценты рекомбинантного лактоферрина человека (6,0 г лактоферрина/литр молока).
2.	«БелРосТрансген-2»	ООО «Трансгенфарм» (Москва), ООО «Трансген-банк» (Москва)	Разработка технологий и организация опытного производства высокоэффективных и биологически безопасных лекарственных средств нового поколения и пищевых продуктов на основе лактоферрина человека, получаемого из молока животных-продуцентов
3.	Получение рекомбинантного лактоферрина из грибов рода <i>Aspergillus</i>	AGENNIX INC	Получение рекомбинантного лактоферрина из грибов рода <i>Aspergillus</i>
4.	Получение рекомбинантно-	KOREA RES INST OF	Получение рекомбинантного лактоферрина из риса, табака, карто-

	го лактоферрина из риса, табака, картофеля.	BIOSCIENCE	феля
5.	Получение трансгенных коров – продуцентов рекомбинантного лактоферрина	PHARMING BV	Получение трансгенных коров – продуцентов рекомбинантного лактоферрина
6.	Способ получения рекомбинантного лактоферрина человека из куриных яиц	НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи РАМН. Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П. А. Герцена	Способ получения рекомбинантного лактоферрина человека из куриных яиц (0,8 мг/яйцо).
7.	Способ получения рекомбинантного лактоферрина человека из куриных яиц	НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи РАМН. Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П. А. Герцена	Способ получения рекомбинантного лактоферрина человека из куриных яиц (0,8 мг/яйцо).

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству	222160, Республика Беларусь, г. Жодино, Минская обл., ул. Фрунзе, 11	Основной целью является концентрация научного потенциала республики на повышение эффективности животноводства путём комплексного проведения научных исследований и внедрения научных разработок в производство, авторского их сопровождения, а также повышение квалификации специалистов животноводства через курсы, семинары, конференции, аспирантуру и докторантуру. <a href="http://belniig.by/ru/about">http://belniig.by/ru/about</a>
2.	University of Pretoria	University of Pretoria, South Africa <a href="http://web.up.ac.za">http://web.up.ac.za</a>	UP является ведущим исследовательским университетом в Южной Африке и одним из крупнейших в стране. В 1996 году Университет

			Претории стал университетом с самой высокой научной продуктивностью в Южной Африке, и сохраняет этот статус.
3.	Ghent University	Ghent University, Ghent, Belgium	Гентский университет является одним из главных университетов голландско-говорящей части Европы.
4.	Swedish Medical Nanoscience Center	Retzius väg 8 171 77 Stockholm <a href="http://www.medicalnanoscience.se/">http://www.medicalnanoscience.se/</a>	Шведский медицинский центр нанонауки в Каролинском университете является новой организацией, направленной на содействие эффективной интеграции передовых технологий и медицинских исследований. В междисциплинарном окружении, научная среда создана с целью решения биологических и медицинских проблем, используя различные виды нанотехнологических подходов.

#### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Институт Биологии Гена, РАН	119334, г. Москва, ул. Вавилова, д. 34/5	Ведет исследования по направлениям: регуляция работы гена и структура хроматина, функциональная геномика и биоинформатика; молекулярная медицина, генотерапия, стволовые клетки, клеточная терапия, биотерапия опухолей; структура и функционирование клетки, межклеточные взаимодействия, молекулярные основы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза; геномная и белковая инженерия, трансгеноз. <a href="http://www.genebiology.ru/institute/activities.shtml">http://www.genebiology.ru/institute/activities.shtml</a>
2.	НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи РАМН	123098, г. Москва, ул. Гамалеи, дом 18	Основным содержанием деятельности института является решение фундаментальных проблем в области эпидемиологии, медицинской и молекулярной микробиологии, инфекционной иммунологии. <a href="http://www.gamaleya.ru/content/institute/index.htm">http://www.gamaleya.ru/content/institute/index.htm</a>

3.	Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П. А. Герцена	125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр., д.3	Институт – лидер в разработке органосохраняющих и функционально-щадящих методов лечения больных со злокачественными новообразованиями, включающих реконструктивно-пластические операции с применением микрохирургических технологий и биотехнологий, фотодинамической терапии. <a href="http://www.mnioi.ru/about/history.php">http://www.mnioi.ru/about/history.php</a>
4.	Лаборатория инженерной энзимологии института биохимии им. А.Н.Баха РАН	119071 Москва, Ленинский проспект, дом 33, строение 2	– структурно-функциональные исследования белков; – управление системой ростовых факторов, определяющих мышечную пластичность – миостатин, механозависимый ростовой фактор (MGF), инсулиноподобный ростовой фактор (IGF1), их агонисты, рецепторы, процессинг, сигналинг; – применение биокатализаторов для решения практических задач – микробиологический синтез биологически активных соединений и биодegradация ксенобиотиков; – гетерополисахариды растений. <a href="http://www.inbi.ras.ru/labs/popov/index.html">http://www.inbi.ras.ru/labs/popov/index.html</a>
5.	Объединенный Региональный Центр коллективного пользования уникальным научным оборудованием «Структурно-функциональных исследований биосистем» Пущинского научного центра РАН (ЦКП ПНЦ РАН)	142290, г.Пущино, Московской обл., пр. Науки, 3	Основное направление деятельности – обеспечение структурно-функциональных исследований биосистем: от молекулярного до клеточного уровней с использованием самых современных физико-химических методов. <a href="http://www.psn.ru">http://www.psn.ru</a>
6.	Центр коллективного пользования «Геномика» СО РАН	г. Новосибирск, 630090, ИХБФМ СО РАН. Проспект Ак. Лаврентьева 8	Был создан в 2000 году на базе Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН с участием Института цитологии и генетики для обеспечения потребностей сотрудников ИХБФМ и ИЦиГ, а также других организаций в определении нуклеотидных последовательностей. <a href="http://www.niboch.nsc.ru/doku.php/request/about">http://www.niboch.nsc.ru/doku.php/request/about</a>

### **Х.5. Новые технологии получения биоэтанола.**

Эксперт: Намсараев Зоригто Баирович

Ученая степень: Кандидат биологических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского Российской академии наук

Должность: научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах:

Межрегиональное микробиологическое общество (Россия)

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Наиболее перспективное 3-е поколение биотоплива производится из цианобактерий и может быть напрямую добавлено в обычное моторное топливо без необходимости химической трансформации.

Новые технологии производства биоэтанола могут быть основаны на использовании генетически модифицированных цианобактерий из CO<sub>2</sub> на свету.

В настоящее время разработаны технологии производства биотоплива с использованием двух групп фототрофных микроорганизмов: цианобактерий и микроводорослей. Среди известных видов биотоплива – биотопливо произведенное из фототрофных микроорганизмов обладает наибольшей продуктивностью в расчете на площадь, на 1-2 порядка превышая другие технологии производства биотоплива 1 и 2-го поколения, и технологии термохимической конверсии биомассы в топливо «BtL –Biomass to Liquid» и синтез-газ в этанол или процесс Фишера-Тропша (BtL FT).

Перспективна технология, основанная на наращивании фототрофной биомассы и ее сбраживании для получения этанола.

Данный вид технологии использует компания Proterro (США, Нью-Джерси). В основе лежит использование генетически модифицированной цианобактерии накапливающей высокие концентрации дисахаридов (сахароза или трегалоза, гликозилглицерин) в ходе фотосинтеза и потребления CO<sub>2</sub> из атмосферы либо промышленных выбросов.

Сообщается, что продуктивность данной технологии в 10 раз выше, чем при производстве сахарозы с помощью сахарного тростника на той же площади. Конечный продукт микробного биосинтеза может быть напрямую добавлен в моторное топливо без необходимости химической трансформации.

Производство этанола генетически модифицированными цианобактериями из CO<sub>2</sub> на свету.

Примером такого процесса может служить процесс “Direct to Ethanol” разработанный компанией Algenol. Пластиковые резервуары с цианобактериями и большой газовой фазой, в которую закачивается CO<sub>2</sub> из промышленных источников, инкубируются на свету. Утром начинается фотосинтез и выработка этанола, который выделяется цианобактериями в питательную среду. Днем, когда температура повышается с поверхности среды начинается испарение этанола и воды, которые конденсируются на внутренней поверхности резервуара и по стенкам стекают в канавки для сбора продукта.

Таким образом, производство этанола не требует разрушения клеток и не ингибируется высокими концентрациями этанола.

Преимущества технологии заключаются в том, что:

- для производства различных видов биотоплива (биоэтанола, алканов и т.д.) могут использоваться штаммы экстремофильных цианобактерий выделенные из содовых озер расположенных на территории России и их генетическая модификация;

- биотопливо третьего поколения, полученное из цианобактерий, может быть использовано без химической трансформации;

- для производства биотоплива фототрофными микроорганизмами можно использовать землю непригодную для выращивания сельскохозяйственных культур и, как правило, воду непригодную для орошения и питья.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	P. Alvira et al	Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review. <i>Bioresource Technology</i> , 101, 4851–4861, 2010.	CIEMAT, Renewable Energy Division, Biomass Unit, Avda. Complutense 22, Madrid 28040, Spain	Биотопливо, производимое из лигноцеллюлозных материалов, так называемый биоэтанол второго поколения, показывает энергетические, экономические и экологические преимущества по сравнению с биоэтанолом из крахмала или сахара.
2	S.N. Naik et al.	Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 14, 578–597, 2010.	Center for Rural Development and Technology, Indian Institute of Technology Delhi, Hauz Khas, New Delhi, India. Catalysis and Chemical Reaction Engineering Laboratories, Department of Chemical Engineering, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.	Устойчивый экономический и промышленный рост требует безопасных, устойчивых источников энергии. Для будущего перераспределения устойчивой экономики к биологическому сырью, необходимы совершенно новые подходы в исследованиях и разработке и производстве.

3	A. Joe Shaw et al	Metabolic engineering of a thermophilic bacterium to produce ethanol at high yield	Thayer School of Engineering, and Department of Biological Sciences, Dartmouth College, Hanover, NH 03755; and Mascoma Corporation, 16 Cavendish Court, Lebanon, NH 03766	Мы сообщаем о создании генноинженерной <i>Thermoanaerobacterium saccharolyticum</i> , термофильной анаэробной бактерии, которая способна сбраживать ксилан и сахаров из биомассы, для производства этанола с высоким выходом.
4.	Lundquist T.J., I. C. Woertz, N. W. T. Quinn, and J. R. Benemann	A Realistic Technology and Engineering Assessment of Algae Biofuel Production. Energy Biosciences Institute, 2010	Civil and environmental engineering department California Polytechnic State University, San Luis Obispo, California  Earth Science division Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California	Этот отчет оценивает экономику производства биотоплива из микроводорослей на основе анализа пяти сценариев производства. Эти сценарии, или случаи, основаны на технологиях, которые существуют в настоящее время или, как ожидается, станут доступны в ближайшее время, в том числе искусственные пруды для выращивания микроводорослей, биофлоккуляцию для сбора водорослей, и гексана для извлечения масел из водорослей.
5.	Tan X., Wang W., Lu X.	Production of Photosynthetic Biofuels by Genetically Engineering Cyanobacteria. Current Chemical Biology, 2012, 6, 26-31.		В статье обсуждается прогресс в микробном производстве фотосинтетических биотоплив включая водород, этанол, высшие спирты, изопрен и биотоплива на основе жирных кислот в генноинженерных цианобактериях, а так же рассматриваются инженерные проблемы использования цианобактерий в качестве модельных хозяев для производства биотоплив с высокой эффективностью.

6.	Mark P. Taylor et al	Thermophilic ethanogenesis: future prospects for second-generation bioethanol production. Trends in biotechnology,	Institute for Microbial Biotechnology and Metagenomics (IMBM), University of the Western Cape, Cape Town, 7535, South Africa	Стратегии улучшения ферментативного производства этанола были сосредоточены почти исключительно на разработке процессов, основанных на использовании углеводной фракции лигноцеллюлозного материала. Эти так называемые технологии «второго поколения» требуют метаболически инженерных штаммов-продуцентов, которые обладают высокой степенью катаболического универсальности и являются гомоэтанологенными.
----	----------------------	--	--	---

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Яковлев В.А., Хромова С.А., Бухтияров В.И.	Гетерогенные катализаторы процессов превращения триглицеридов жирных кислот и их производных в углеводороды топливного назначения,	Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, Новосибирск.	Представлены и систематизированы результаты исследований, посвященных катализаторам процессов превращения триглицеридов жирных кислот и их производных в углеводороды топливного назначения. Рассмотрены различные подходы к использованию гетерогенных катализаторов для получения биотоплив из указанного сырья. Библиография – 134 ссылки.
2.	С.Д. Варфоломеев, Е.Н. Ефременко, Л.П. Крылова	Биотоплива. Успехи химии, 79, 544-564, 2010.	Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Химический	Проанализированы основные виды биотоплива, которые могут быть получены из биовозобновляемых источников энергии. В качестве последних рассматриваются различные виды биомассы, которая накапливается в результате фотосинтетического преобразования солнечной энергии. Характерной особенностью получения биотоплив является комбинирование химических и биотехнологических подходов. Библиография – 260 ссылок.

			факультет, Москва	
4.	Ефременко Е.Н., Степанов Н.А., Никольская А.Б., Сенько О.В., Спиричева О.В., Варфоломеев С.Д.	Биокатализаторы на основе иммобилизованных клеток микроорганизмов в процессах получения биоэтанола и биобутанола. Катализ в промышленности, 2010. – №5. – С. 70–76.	МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра химической энзимологии	В статье рассматриваются процессы получения биоэтанола и биобутанола, как перспективных видов альтернативного топлива, с использованием биокатализаторов на основе клеток различных микроорганизмов, иммобилизованных в криогель поливинилового спирта.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Российская Биотопливная Ассоциация (РБА)	<a href="http://www.bioethanol.ru/">http://www.bioethanol.ru/</a>	Российская Национальная Биотопливная Ассоциация (РНБА) объединяет участников рынка возобновляемой химии и топлив и продвигает использование химии и топлив из возобновляемого сырья в России. Главная цель РНБА – обеспечить наилучшие законодательные, коммерческие и другие условия для расширения производства и применения возобновляемой химии и топлив в России. Мы вносим законодательные инициативы и обеспечиваем информацией государственные органы, общественные и другие организации.
2	Global Renewable Fuels Alliance (GRFA)	<a href="http://globalrfa.org/about/">http://globalrfa.org/about/</a>	GRFA считает своим долгом содействовать более широкому использованию возобновляемых видов топлива во всем мире. Благодаря развитию новых технологий и передовому опыту наши члены стремятся к производству возобновляемых видов топлива с наименьшим возможным влиянием на окружающую среду.
3	European Biofuels Technology Platform (EBTP)	<a href="http://www.biofuelstp.eu/overview.html">http://www.biofuelstp.eu/overview.html</a>	является инициативой Седьмой рамочной программы с целью улучшить конкурентную ситуацию в Европейском союзе в области биотоплива. Программа является совместной инициативой (государственно-частное партнерство) Ев-

			ропейской комиссии, представляющей Европейское Сообщество и промышленность. Основная цель программы заключается в создании стратегических исследований.
--	--	--	---

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Dalai, Ajay K.	College of Engineering, University of Saskatchewan, Canada.	Возобновляемые источники энергии, таких как водород и био-дизель от био-массовые и био-масла, производство и применение активированного угля для удаления ртути из дымовых газов; производство нано трубок углерода, и их каталитических приложениях.
2.	Donald A. Cowan	Institute for Microbial Biotechnology and Metagenomics (IMBM), University of the Western Cape, Cape Town, 7535, South Africa	Микробиологическая экология, функциональная метагеномика, бактериальная геномика, прикладная микробиология и энзимология, биотоплива и биокатализ.

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Варфоломеев С.Д.	Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН	Молекулярные основы биологического катализа, биокинетика и химическая энзимология. Механизмы ферментативных реакций, гетерогенный катализ на основе иммобилизованных ферментов и клеток, биоэлектродкатализ, возобновление энергетических источников.
2.	Ефременко Елена Николаевна	МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра химической энзимологии	биохимия, ферментная технология, наука о белках, микробиология, иммобилизованные клетки микроорганизмов, борьба с загрязнением окружающей среды, технологии биоремедиации
3.	Чернова Надежда Ивановна	Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, НИЛ возобновляемых источников	Биоконверсия солнечной энергии. Водорослевая энергетика: скрининг микроорганизмов и промышленное выращивание их для целей энергетики; вопросы систематики микроорганизмов.

		энергии.	
--	--	----------	--

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Биоэтанол	bioethanol	обычный этанол, получаемый в процессе переработки растительного сырья для использования в качестве биотоплива.
2.	Биотопливо	biofuels	топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Direct to Ethanol® technology	<a href="http://www.algenolbiofuels.com/direct-to-ethanol/direct-to-ethanol">http://www.algenolbiofuels.com/direct-to-ethanol/direct-to-ethanol</a>	Технология DIRECT TO ETHANOL® использует солнечный свет, водоросли, не пахотные земли и углекислый газ для экономичного производства этанола, а так же биомассы отработанных водорослей.
2.	Технология Biomass-to-Liquid	<a href="http://www.biofuelstp.eu/btl.html#btl">http://www.biofuelstp.eu/btl.html#btl</a>	Технология Biomass-to-Liquid (BTL), основана на так называемом процессе Fischer-Tropsch (Фишера-Тропша), по которой все растение перерабатывается в жидкое топливо. Преимущество заключается в использовании практически любой биомассы.

## 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Университет Вагенингена, Нидерланды (Laboratory of Microbiology, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands)	Нидерланды Tel: +31-317-483101; Fax: +31-317483829 E-mail: fons.stams@wur.nl Website: www.mib.wur.nl	Биотрансформация и взаимодействие микроорганизмов. Синтрофные общины анаэробных бактерий и архей, анаэробные бактерии, дышащие органическими и неорганическими соединениями хлора. Молекулярная экология и физиология микробов.
2.	Институт Макса Планка по наземной микробиологии, Марбург, Германия (Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie, Marburg, Germany)	Марбург, Германия Телефон: +49 (6421) 178-0 Факс: +49 (6421) 178-999 E-mail: central-office@mpi-marburg.mpg.de Website: <a href="http://www.mpi-marburg.mpg.de">www.mpi-marburg.mpg.de</a>	Молекулярная микробиология; микробная биохимия биогеохимия; микробная экологии; окружающей среды геномика; микробный симбиоз и др.
3.	Факультет биохимии университета Мичигана (Department of Biological Chemistry, University of Michigan, U.S.A.).	США 5301 MSRB III Ann Arbor, MI 48109-0600 Телефон: (734) 647-6180 Факс: (734) 763-4581 Website: <a href="http://www.biochem.med.umich.edu/">http://www.biochem.med.umich.edu/</a>	Биохимическая сигнализация. Структурная Энзимология. Регулирование экспрессии генов.
4.	Лаборатория Геологии Лиона (Laboratoire de géologie de Lyon UMR CNRS).	Франция Телефон: +33 4 72 72 85 14 E-mail: <a href="mailto:falbarede@ens-lyon.fr">falbarede@ens-lyon.fr</a> Веб-сайт: <a href="http://geologie.ens-lyon.fr/igltp/">http://geologie.ens-lyon.fr/igltp/</a>	Исследования классических геологических методов в геофизике, геохимии, дистанционного зондирования и минеральной физики, геомикробиологии.
5.	Корейский Институт Океанических Исследований и Развития (Korea Ocean Research & Development Institute, Korea).	Южная Корея 171 Jang-dong, Yuseong-gu Daejeon 305-343 Tel: 042-868-7701 Веб-сайт: <a href="http://www.kordi.re.kr/">http://www.kordi.re.kr/</a>	Основные сферы интересов геолого-геофизическая наука, науки о жизни.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ГосНИИгенетика	Адрес: 117545 Россия, Москва 1-й Дорожный проезд, д. 1 Тел.: +7 (495) 315-37-47 Факс: +7 (495) 315-05-01 E-mail: <a href="mailto:genetika@genetika.ru">genetika@genetika.ru</a> WEB : <a href="http://www.genetika.ru">http://www.genetika.ru</a> (7726190153)	Ведущий исследовательский центр России в области биотехнологии и один из признанных в мире лидеров в области фундаментальных исследований генетики и геномной инженерии промышленных микроорганизмов.
2.	РГУ Нефти и Газа им. И.М.Губкина	Адрес: 119991, Москва, Москва, Ленинский проспект, д. 65 Руководитель: Мартынов Виктор Георгиевич Телефон: (499)1378108 Fax: (499)1358895 Email: <a href="mailto:com@gubkin.ru">com@gubkin.ru</a> WWW: <a href="http://www.gubkin.ru">www.gubkin.ru</a> (7736093127)	Приоритетными направлениями развития университета являются: – энергоэффективность и энергосбережение в освоении и использовании углеводородных ресурсов; – наращивание ресурсной базы ТЭК: разведка и освоение месторождений углеводородов на шельфе, залежей с трудноизвлекаемыми запасами и нетрадиционными источниками углеводородов; – экологическая и промышленная безопасность нефтегазового производства. Изучение, в том числе, и биотехнологий.
3.	Центр Биоинженерии РАН, Москва	Адрес: 117312 Россия, Москва, пр-т 60-летия Октября д.7, корп.1 Тел.: +7 499 135 7319 Факс: +7 499 135 0571 E-Mail: <a href="mailto:office@biengi.ac.ru">office@biengi.ac.ru</a> Web: <a href="http://www.biengi.ac.ru">www.biengi.ac.ru</a> (7728118561)	Центр является одним из ведущих институтов российской и мировой науки, выполняющих фундаментальные научные исследования и прикладные разработки в области биоинженерии, нанобиотехнологии, геномики, генетической и клеточной инженерии, белковой инженерии, биоинформатики и системной биологии.
4.	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского Российской академии наук	Адрес: 117312, Москва, Москва, Проспект 60-летия Октября, д. 7 Руководитель: Гальченко Валерий Федорович Телефон: (499)1352139 Fax: (499)1356530	Ведущее учреждение страны, занимающееся вопросами систематики, экологии, генетики и биотехнологии микроорганизмов и вирусов

		Email: <a href="mailto:inmi@inmi.ru">inmi@inmi.ru</a> WWW: <a href="http://www.inmi.ru">www.inmi.ru</a> (7728026790)	
--	--	--	--

### **Предложения по структуризации проблематики новых производственных технологий.**

Для структуризации и конкурентоспособности новых производственных технологий необходимо координировать их с требованиями мировых стандартов качества и безопасности – ISO 9001:2008 «Системы менеджмента качества» и ISO 9004:2009 «Менеджмент с целью достижения устойчивого успеха организации. Подход с позиции менеджмента качества» действующего подкомитета – SC2 «Системы качества» технического комитета ISO/TC176 «Менеджмент и контроль качества». Технологии необходимо представлять на международных симпозиумах и конгрессах в доступной к пониманию форме с достоверными результатами предклинических испытаний. Необходим прогнозируемый результат и точное понимание прикладной сферы разрабатываемых технологий.

В РФ необходимо создать единый центр координации разработок в области регенеративной медицины с привлечением как специалистов медиков, так и представителей фундаментальной науки, занимающихся данными вопросами.

### **Предложения по формированию программы государственной поддержки развития нового поколения производственных технологий**

В рамках формирования программы государственной поддержки необходимо предусмотреть прежде всего варианты финансирования активных исследовательских центров по их приоритетным направлениям исследований, в частности, разработок современных репаративных технологий биodeградируемых сплавов для медицинских целей. Ввести систему контроля над результатами внедрения разработок и их соответствия стандартам качества и безопасности.

Необходимо разработать единую программу по регенеративной медицине, предусмотрев в ней широкий пул экспериментальных, доклинических исследований, дабы избежать нежелательных последствий, которые могут иметь место при пересадках ткани, особенно в случае ксеногенной и аллогенной трансплантации.

Создание центров компетенции (Centers of Excellence) на базе университетов, имеющих весомый научно-технический задел и опыт международного сотрудничества по данному (или сопряженному) направлению. Целевая подготовка специалистов за рубежом. Развитие технологий в рамках системы промышленных технопарков, в том числе биотехнологического профиля. Целевое финансирование проектов, ориентированных на развитие новейших технологий (через программы научных фондов, ФЦП). Меры по повышению эффективности внедрения технологий, в том числе в медицине (в соответствии с принципами организации эффективных трансляционных исследований).

## **МАТЕРИАЛЫ**

**аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники**

**«Индустрия наносистем»**

**«Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов**

**Федерального реестра»**

**4 Исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие обработку («выращивание», формирование) материальных изделий (3D принтеры, инфузионные технологии, методы обработки поверхностей, «ростовые» технологии)**

#### 4.1. Устройства для молекулярно-лучевой эпитаксии

Эксперт: Войцеховский Александр Васильевич.

Ученая степень: доктор физико-математических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Должность: заведующий кафедрой квантовой электроники и фотоники.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- член трех докторских диссертационных советов (2 ТГУ, ТПУ);
- член учебно-методического объединения в области приборостроения и оптоэлектроники Минобрнауки
- член профессорского собрания г.Томска
- член редколлегии научного журнала «Известия вузов. Физика».

Дополнительные сведения: эксперт ВАК

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ) – один из самых перспективных на сегодняшний день технологических методов выращивания тонких монокристаллических слоев и полупроводниковых структур на их основе. МЛЭ представляет собой усовершенствованную разновидность методики термического напыления в условиях сверхвысокого вакуума. Давление остаточных газов в вакуумной камере поддерживается ниже  $1 \cdot 10^{-8}$  Па ( $\sim 10^{-10}$  мм рт. ст.). Потоки атомов или молекул образуются за счет испарения жидких или сублимации твердых материалов, которые располагаются в источнике – эффузионной ячейке, затем направляются на подложку и осаждаются там с образованием вещества требуемого состава. Температура эффузионной ячейки определяет величину потока частиц, поступающих на подложку, и тщательно контролируется. От правильно выбранных соотношений между интенсивностями падающих пучков и температуры подложки зависит успех процесса эпитаксии. Основные характеристики метода МЛЭ:

- 1) малая скорость роста, порядка 1 мкм/ч;
- 2) относительно низкая температура роста (температура подложки);
- 3) возможность резкого прерывания и возобновления роста за счет использования механических заслонок вблизи эффузионных ячеек;
- 4) возможность введения различных парообразных компонентов для изменения состава слоя и управления концентрацией примесей путем введения дополнительных источников;
- 5) наличие атомно-гладкой поверхности растущего кристалла;
- 6) возможность анализа и контроля в ходе роста.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Bhattacharya P., Ghosh S., Stiff-Roberts A. D	Quantum dot opto-electronic devices, 34, 1-40 (2004).	University Michigan Ann Arbor, Department of Electrical Engineering and Computer Science, Ann Arbor, USA	
2.	Patella, F., Sgarlata, A., Arciprete, F.,	Self-assembly of InAs and Si/Ge quantum dots on structured surfaces. Journal of Physics Condensed Matter, 16(17), S1503-S1534 (2004).	University of Roma Tor Vergata, Department of Physics, Rome, Italy	
3.	J.-N. Aqua, I. Berbezier, L. Favre	Growth and self-organization of SiGe nanostructures, Physics Reports 522, 59 (2013).	Universite Pierre et Marie Curie, Paris, France	
4.	K.L. Wang, D. Cha, J. Liu, C. Chen	Ge/Si self-assembled quantum dots and their optoelectronic device applications, Proc. of the IEEE 95, 1866 (2007).		

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Асеев А. Л.	Нанотехнологии в полупроводниковой электронике // Вестник Российской академии наук. – 2006. – Т. 76. – № 7. – С. 603–611.	Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова СО РАН	Представлены результаты работ ИФП СО РАН по развитию нанотехнологий и методов диагностики для создания нового поколения устройств и приборов современной микро- и наноэлектроники. Рассмотрены: технологии молекулярно-лучевой эпитаксии; методы наноструктурирования, позволяющие создавать двух- и трехмерные наноструктуры различных форм и геометрии; современные методы диагностики полупроводниковых наноструктур с атомным разрешением; результаты применения нанотехнологий для изготовления устройств наноэлектроники.
2.	Болховитянов Ю.Б., Пчеляков О. П.	Эпитаксия GaAs на кремниевых подложках: современное состояние исследований и разработок // Успехи физических наук. – 2008. – Т. 178. – № 5. – С. 459-480.	Институт физики полупроводников СО РАН, Новосибирск	Кремний и арсенид галлия являются основными материалами современной микро- и наноэлектроники. Однако до сих пор приборы на их основе существуют отдельно на подложках Si и GaAs. Исследователи на протяжении последних более чем двадцати лет пытаются объединить эти материалы на наиболее эффективной подложке кремния. В настоящем обзоре систематизирован и обобщен достигнутый на сегодняшний день уровень понимания фундаментальных физических механизмов эпитаксиального формирования GaAs и соединений типа A <sup>III</sup> B <sup>V</sup> на его основе на подложках Si; представлены также основные

				технологические приемы, способствующие улучшению качества таких гетероструктур. Освещены достижения последних лет в изготовлении гетероструктур АПВВ/Si приборного качества и приборов на их основе.
3.	Арапкина Л. В., Юрьев В. А.	Классификация hut-кластеров Ge в массивах, формируемых на поверхности Si(001) методом молекулярно-лучевой эпитаксии при низких температурах // Успехи физических наук. – 2010. – Т. 180. – № 3. – С. 289-302.	Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН, г. Москва	Методом сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) выполнено морфологическое исследование и проведена классификация hut-кластеров Ge, образующих массивы квантовых точек на поверхности Si(001) при низких температурах в процессе сверхвысоковакуумной молекулярно-лучевой эпитаксии. Установлено, что два основных вида hut-кластеров германия – пирамидальные и клиновидные – имеют разное атомное строение. Сделан вывод о том, что структурные переходы между пирамидальной и клиновидной формами кластеров невозможны. Впервые выявлены и исследованы производные виды кластеров – обелиски (или усечённые клинья) и сросшиеся клиновидные кластеры; установлено, что эти виды кластеров начинают доминировать в массивах при высокой степени покрытия. Показано, что однородность массивов определяется разбросом длин клиновидных кластеров.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Applied Surface Science	<a href="http://www.journals.elsevier.com/applied-surface-science/">http://www.journals.elsevier.com/applied-surface-science/</a>	Журнал посвящен вопросам в области прикладной физики и химии поверхностей. Предметные области включают в себя оптические, электронные, оптически-электронные, магнитные материалы, биосовместимых материалов, сложного материала приложений, и

			термических, электрических, химических, физических и механических процессов в определенных поверхностях и интерфейсы, например, процессы, происходящие в катализе, коррозии и износа
2.	Applied Physics Letters	<a href="http://scitation.aip.org/content/aip/journal/apl">http://scitation.aip.org/content/aip/journal/apl</a>	Еженедельный рецензируемый научный журнал, посвященный новым экспериментальным и теоретическим результатам в прикладной физике. Издаётся Американским институтом физики.
3.	Crystal Growth & Design	<a href="http://www.researchgate.net/journal/1528-7505-Crystal-Growth-Design">http://www.researchgate.net/journal/1528-7505-Crystal-Growth-Design</a>	Ежемесячный рецензируемый научный журнал Американского химического общества освещающий эксперименты, касающиеся проектирования, развития и применения кристаллических материалов.
4.	Успехи физических наук	<a href="http://ufn.ru/">http://ufn.ru/</a>	Ежемесячный научный журнал, публикующий обзоры современного состояния наиболее актуальных проблем физики и смежных с ней наук.
5.	Физика и техника полупроводников	<a href="http://journals.ioffe.ru/ftp/">http://journals.ioffe.ru/ftp/</a>	Журнал публикует статьи и краткие сообщения по следующим направлениям физики и техники полупроводников: аморфные полупроводники, микро- и наноструктуры, дефекты и примеси, легирование и имплантация, радиационные эффекты, эпитаксия и рост тонких пленок, зонная структура полупроводников, транспортные явления, эффекты туннелирования, прикладные аспекты материаловедения..
6.	Журнал экспериментальной и теоретической физики	<a href="http://jetp.ac.ru/">http://jetp.ac.ru/</a>	Один из старейших и наиболее авторитетных российских научных журналов по физике. ЖЭТФ публикует статьи, которые вносят существенный вклад в одну из областей физики и представляют интерес для широкой физической аудитории.
7.	Российская конференция по физике полупроводников	<a href="http://www.ioffe.ru/semi/cond2013/">http://www.ioffe.ru/semi/cond2013/</a>	Конференция посвящена фундаментальным проблемам физики полупроводников.
8.	Международный форум по нанотехнологиям «Руснано»	<a href="http://ria.ru/trend/nanoforum_Moscow_25102011/">http://ria.ru/trend/nanoforum_Moscow_25102011/</a>	Глобальная площадка для обсуждения вопросов nanoиндустрии и коммерциализации новых технологий, на которой проходит международная выставка достижений в области нанотехнологий.

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	M. G. Lagally	University of Wisconsin Madison, Department of Materials Science and Engineering, Madison, United States	
2.	B. S. Swartzentruber	Sandia National Laboratories, New Mexico, Center for Integrated Nanotechnologies, Albuquerque, United States	
3.	A. Rogalski	Military University of Technology, Institute of Applied Physics, Warszawa, Poland	
4.	J.-N. Aqua	Universite Pierre et Marie Curie, Paris, France	
5.	B. Voigtlander	Forschungszentrum Jülich (FZJ), Peter Grünberg Institute (PGI-9), Jülich, Germany	

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Кукушкин С. А.	Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт-Петербург	Фазовые переходы первого рода и процессы эволюции, происходящих в дисперсных системах на поверхности твердых тел.
2.	Пчеляков О. П.	ФГБУН Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова	Физика конденсированного состояния, физические основы техники и технологии выращивания полупроводниковых

		Сибирского отделения РАН	наногетероструктур из молекулярных пучков в сверхвысоком вакууме, исследование атомных и молекулярных процессов на чистой поверхности полупроводников в вакууме при формировании гетеропереходов и наноструктур на основе AlB5 и Ge, Si.
3.	Якимов А. И.	Институт физики полупроводников Сибирского отделения РАН	Электронные процессы в гетероструктурах Ge/Si с квантовыми точками, а также с созданием приборных структур на их основе.
4.	Двуреченский А. В.	Лаборатория неравновесных полупроводниковых систем ИФП СО РАН	Радиационные явления, атомная и электронная структура, электронные процессы в полупроводниковых низкоразмерных системах и приборах на их основе
5.	Арапкина Л. В.	Лаборатория нанофотоники института общей физики им. А. М. Прохорова РАН	

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Эпитаксия		Закономерное нарастание одного кристаллического материала на другом, т.е. ориентированный рост одного кристалла на поверхности другого (подложки).
2.	Тонкие пленки		Тонкие слои материала, толщина которых находится в диапазоне от долей нанометра (моноатомного слоя) до нескольких микрон.
5.	Квантовая яма		Потенциальная яма, которая ограничивает подвижность частиц с трех до двух измерений, тем самым заставляя их двигаться в плоском слое.
6.	Квантовые нити		Одномерные структуры (сформированные, как правило, из полупроводникового материала), в которых в силу ограничения возможности движения носителей заряда в определенном направле-

			нии проявляются квантово-размерные эффекты.
11.	Нитевидный кристалл		Тонкий высокопрочный монокристалл с большим отношением длины к диаметру (> 20-25).

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Ионная имплантация	Нет данных	Транзисторы и фотоприемники
2.	Ионное травление	Нет данных	Фотодиоды
3.	Молекулярно-лучевая эпитаксия	ИФП СО РАН	Фотоприемники и солнечные элементы

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Walter Schottky Institute, Technische Universitat	Munchen (Германия)	Молекулярно-лучевая эпитаксия, производство лазерных и наноэлектронных структур и приборов.
2.	Institut d'Electronique Fondamentale, Universite Paris-Sud	Париж (Франция)	Наноэлектроника на основе полупроводников, фотоника, микро -, наносистемы для биологии, датчики и контрольно-измерительные приборы и системы (производство, характеристики и т.д.).
3.	НПП «Карат»,	г. Львов, ул. Стрыйская. (Украина)	Проведение основательных исследований, разработка технологий получения новейших материалов для потребностей микро- и радиоэлектроники и их внедрения в промышленное производство, а также разработка, координация и контроль выполнения государственных, межотраслевых и отраслевых программ в области радиоэлектронного материаловедения.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	НПО «Орион»	г. Москва, Косинская ул., 9	Единственный в России Государственный научный центр в области фотоэлектроники.
2.	НПО «Альфа»	Московская обл., г. Подольск	- разработка и производство оборудования для роста монокристаллов сапфира по методу Киропулоса под маркой «Alfa TM»; – разработка и внедрение различных систем управления и автоматизации ростового оборудования; – выращивание и обработка монокристаллического сапфира
3.	ОАО МЗ «Сапфир»	117545, Россия, г. Москва, Днепропетровский проезд, д. 4а ИНН 7726087974	Ведущий в России серийный производитель оптоэлектронных приборов

#### **4.2. Устройства для создания крупномерных пространственных тканых структур**

Эксперт: Корабельников Андрей Ростиславович.

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Костромской государственный технологический университет».

Должность: заведующий кафедрой.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Российский национальный комитет по теории механизмов и машин.

Дополнительные сведения: почетный работник высшего профессионального образования.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Технология позволяет получать крупномерные цельно тканые структуры для создания композиционных материалов применяемых в авиации, судостроении и других отраслях.

Выпуск трехмерных тканей затруднен вследствие особенностей их формирования и ограниченного количества специализированного ткацкого оборудования. Данные конструкционные материалы широко используются при изготовлении различных транспортных средств (автомобилей, яхт, авиационной техники). Однако следует отметить, что не имеется публикаций, свидетельствующих, что используемые наполнители имели значительную толщину. Как правило, данный показатель армирующих наполнителей достигается за счет склеивания однослойных и многослойных тканей небольшой толщины. Требуемая форма композиционных материалов получается за счет их дополнительной обработки. Эти обстоятельства ведут к большим энергозатратам, чрезмерному расходу дорогостоящего сырья.

10. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	SV Lomov, G. Perie, DS Ivanov, I. Verpoest and D.	Modeling three-dimensional fabrics and three-dimensional reinforced composites: challenges and solutions (Textile Research Journal)	Department of Metallurgy and Material Engineering, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium	Представлена трехмерная модель внутренней структуры трехмерной ткани
2.	Xiaogang Chen	Mathematical modelling of 3D woven fabrics for CAD/CAM software	Textiles and Paper, School of Materials, University of Manchester, UK and TexEng Software Ltd, Northern Campus, Manchester, UK.	Математическая модель трехмерной ткани для интеграции в CAD/CAM системы
3.	H. L. Yi and X. Ding	Conventional Approach on Manufacturing 3D Woven Preforms Used for Composites	College of Textiles, Donghua University Shanghai 200051, People's Republic of China	Исследован процесс формирования 3D ткани на челночном ткацком станке

## 11. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Селиверстов В.Ю.	Взаимосвязь размеров зева с максимальной возможной толщиной слоисто-каркасных тканей	Костромской государственный технологический университет	Приведен сравнительный расчет получения максимально возможной толщины трехмерной слоисто – каркасной ткани при условии двух способов введения утка: челночного и рапирного.
2.	Селиверстов В.Ю., Петров И.Н., Черкасов К.А.	Механизм прокладывания утка для получения трехмерных текстильных изделий	Костромской государственный технологический университет	В статье приведены особенности формирования трехмерных слоистокаркасных тканей. Дано описание рапирного механизма, применяемого для получения данного вида текстильных изделий, используемых в качестве армирующего наполнителя композиционных материалов, предложены зависимости для определения величины перемещения рапир в вертикальной плоскости.

## 12. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Journal of Industrial Textiles	<a href="http://jit.sagepub.com/content/41">http://jit.sagepub.com/content/41</a>	Представлены исследования в области технического текстиля
2.	Journal of The Textile Institute	<a href="http://www.texti.org/PublicationsJTL.asp">www.texti.org/PublicationsJTL.asp</a>	Представлены исследования в области текстиля
3.	Textile Research Journal	<a href="http://trj.sagepub.com/content/81">http://trj.sagepub.com/content/81</a>	Представлены исследования в области текстиля
4.	Известия Вузов. Технология текстильной промышленности.	<a href="http://ti.ivgpu.com/index.php/ivttp">http://ti.ivgpu.com/index.php/ivttp</a>	Представлены исследования в области текстиля, текстильного машиностроения, автоматизации материаловедения.
5.	Вестник Костромского государственного	<a href="http://www.kstu.edu.ru/">http://www.kstu.edu.ru/</a>	Представлены исследования в области текстиля, текстильного

технологического (Техниические науки)	университета.	<a href="http://science/vest_arhiv.php?id=2">science/vest_arhiv.php?id=2</a>	машиностроения, автоматике, материаловедения, новых материалов.
--	---------------	--	---

### 13. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Ломов С.В.	Католический университет г. Левен (Бельгия)	Моделирование структуры и свойств композитов на волокнистой основе
2.	Ph. Boisse	Institut National des Sciences Appliquées de Lyon	Моделирование структуры и свойств композитов на волокнистой основе
3.	Xiaogang Chen	School of Materials, University of Manchester, UK and TexEng Software Ltd, Northern Campus, Manchester, UK	Моделирование структуры и свойств композитов на волокнистой основе

### 14. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Селиверстов В.Ю.	Костромской государственный технологический университет	Новые структуры и технология производства тканей сложной пространственной конфигурации
2.	Гречухин А.П.	Костромской государственный технологический университет	Новые структуры и технология производства тканей сложной пространственной конфигурации
3.	Титов С.Н.	Костромской государственный технологический университет	Новые структуры и технология производства тканей сложной пространственной конфигурации. Динамика машин. Моделирование технологических систем.

15. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Композиционный материал	Composite material	Композиционный материал
2.	текстильное производство	textile manufacture, process	текстильное производство
3.	строение ткани	the structure of the fabric	Внутренняя структура ткани в масштабе нитей
4.	трехмерная ткань	three-dimensional fabric	Тканое текстильное изделие, имеющее три размера

16. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Нет данных	Нет данных	Нет данных

17. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Католический университет г. Левен	Van Dalecollege Naamsestraat 80, box 5415 3000 Leuven (Бельгия)	Образовательная, научная деятельность;
2.	University of Manchester	The University of Manchester, Oxford Road, Manchester M13 9PL, UK (Великобритания)	Образовательная, научная деятельность;

18. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Костромской государствен- ный технологический университет	156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17 ИНН 440100628	Образовательная, научная деятельность;

### **4.3. Инженерия костной ткани на основе биосовместимых и биорезорбируемых композиционных материалов, адаптированная к технологиям быстрого прототипирования**

Эксперт: Комлев Владимир Сергеевич.

Ученая степень: доктор технических наук.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук.

Должность: ведущий научный сотрудник.

Дополнительная информация:

- ученый секретарь совета Д 002.060.04 по рассмотрению докторских и кандидатских диссертаций по специальности 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» (технические науки) и 02.00.01 «Неорганическая химия» (химические науки);
- член секции ученого совета ИМЕТ РАН;
- ответственный секретарь журнала «Материаловедение»;
- приглашенный эксперт European Cells and Materials, Journal of Engineering Mechanics, Acta Biomaterialia, Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine;
- эксперт РОСНАНО по научно-техническим и образовательным проектам;
- ответственный исполнитель 35 национальных исследовательских проектов и руководитель 6 международных проектов в Центре Синхротронного излучения Гренобль (Франция) в течение последних 7 лет.

## Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.

Биосовместимые и биорезорбируемые структуры являются одним из ключевых элементов тканеинженерных конструкций. К ним предъявляются жесткие требования. В том числе, они должны формироваться из биологически совместимых материалов, способных к биодegradации в среде организма, и замещаться естественной тканью. При этом материалы должны обладать высокой пористостью, а имплантаты из них – иметь заданную геометрическую форму. Для формирования таких структур наиболее перспективны современные технологии быстрого прототипирования.

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Popov V.K., Komlev V.S., Chichkov B.N.	Calcium phosphate blossom for bone tissue 3D printing scaffolds	RAS	Трехмерная печать является сегодня одной из наиболее распространенных технологий быстрого прототипирования, позволяющих использовать в качестве исходных материалов различные формы фосфатов кальция. Тем не менее, проблема выбора исходных компонентов и подходов к изготовлению керамических матриц в полной мере до сих пор остается нерешенной. В данной работе проведены исследования по разработке процесса трехмерной печати синтетических керамических матриц на основе керамики.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Susmita Bose, Sahar Vahabzadeh, Amit Bandyopadhyay	Bone tissue engineering using 3D printing	W. M. Keck Biomedical Materials Research Lab, School of Mechanical and Materials Engineering, Washington State University, Pullman, WA 99164, USA	Трехмерная печать является сегодня одной из наиболее распространенных технологий быстрого прототипирования, позволяющих использовать различные материалы. Тем не менее, проблема выбора исходных компонентов и подходов к изготовлению материалов до сих пор остается не решенной. В данной работе приведен обзор по разработке процесса трехмерной печати синтетических материалов.

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Нет данных	Нет данных	Нет данных

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Нет данных	Нет данных	Нет данных

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Нет данных	Нет данных	Нет данных

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	3D printing	3D-принтер	Устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	3D printing	Нет данных	Нет данных

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Нет данных	Нет данных	Нет данных

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Нет данных	Нет данных	Нет данных

**4.4. Технология интенсивной пластической деформации и оборудование по схеме непрерывного совмещенного литья-прессования способом конформ для получения проволоки электротехнического назначения из высокопрочных наноструктурных алюминиевых сплавов, обладающих высокими термической стабильностью свойств и электропроводностью.**

Эксперт: Беляев Сергей Владимирович.

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет».

Должность: заведующий кафедрой «Литейное производство».

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– член диссертационного совета Д212.099.10

Дополнительные сведения: почетный работник высшего профессионального образования РФ, изобретатель СССР.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Современное развитие производства проволоки и катанки из цветных металлов и сплавов характеризуется применением непрерывных литейно-прокатных агрегатов (ЛПА), совмещающих в себе процессы непрерывного литья заготовок и последующей прокатки их на непрерывном стане. Производство алюминиевой проволоки этим способом в настоящее время составляет более 80 % общего объема ее производства, а медной катанки – до 100%. Конкуренция в этой области требует создания отечественных эффективных интегрированных производств, реализующих технологии получения изделий из цветных металлов методами совмещенной обработки на уровне мировых стандартов. В настоящее время фирма «Continius Properzzi» являемся мировым лидером в области технологии непрерывного литья и проката катанки: из алюминия и его сплавов. В разных странах мира были сданы в эксплуатацию свыше 400 линий различной производительности. На оборудовании «Continius Properzzi» во всем мире производится свыше 80% катанки из алюминия и его сплавов и 40% медной катанки. В мире в среднем производство проводниково-кабельной продукции (КПП) потребляет до 6% перерабатываемого алюминия, а в РФ для производства данной продукции направлено до 30% от общего объема реализованного ОК «РУСАЛ» алюминия. По состоянию на 2013 г. емкость российского рынка КПП оценивается более чем в 6 млрд. долл., а ежегодный потенциал роста в среднем составляет около 20%. Основную долю в структуре производства занимают провода и шнуры силовые, на них приходится порядка 45% продукции. На втором месте сегмент силовых кабелей – 35%. Различные виды шнуров связи, а также кабели управления, контроля и сигнализации в сумме занимают не более 20%. Такое перераспределение долей в сторону силовой кабельно-проводниковой продукции обусловлено в первую очередь тем, что порядка 70% произведенной в России КПП идет на

комплектование энергетического сектора экономики. На сегодняшний день импорт занимает не более 25% российского рынка, а остальные 75% приходятся на долю отечественных производителей.

В настоящее время за рубежом для производства КПП в основном применяются Al-Zr сплавы, которые обеспечивают работоспособность проводов для воздушных линий электропередач при температурах до 2500С.

Поэтому для создания конкурентоспособной продукции на базе отечественного эффективного оборудования необходимо решение следующих задач:

1. Разработка и исследование новых алюминиевых сплавов с переходными и редкоземельными металлами

Первая группа включает низколегированные сплавы системы Al-Zr, которые обладают высокими прочностными свойствами при высоких температурах. Вторая группа сплавов системы Al-PЗМ (церий, лантан и др.) характеризуется повышенными прочностными свойствами (временное сопротивление разрыву до 220 МПа) и термостойкостью

2. Разработка и исследование обработки новых сплавов с применением энергоемких технологий ИПД и эффективного оборудования.

Наиболее эффективным является метод непрерывного совмещенного литья-прессования способом конформ, когда в одном агрегате реализуется непрерывный процесс кристаллизации обрабатываемого металла и за счет прессования под действием активных сил трения, обеспечивается ИПД, что гарантирует получение длинномерной проволоки из высокопрочных наноструктурных алюминиевых сплавов, обладающих высокими термической стабильностью свойств и электропроводностью.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Fu-rong CAO, Jing-lin WEN, Hua DING, Zhao-dong WANG, Ying-long LI, Ren-guo GUAN, Hui HOU	Force analysis and experimental study of pure aluminum and Al-5%Ti-1%B alloy continuous expansion extrusion forming process Original Research Article Transactions of Nonferrous Metals Society of China, Volume 23, Issue 1, January 2013, Pages 201-207	Northeastern University, Shenyang, China	Проведено моделирование процесса конформ, результаты которого подтверждены экспериментальными исследованиями
2.	Shi Zhiyuan, Wen Jinglin, Wang Xinhua	An experiment study on the Castex process for AS wire Original Research Article Volume 114, Issue 2, 20 July 2001, Pages 99-102	Northeastern University, Shenyang, China	Проведены экспериментальные исследования изготовления проволоки методом Кастекс

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
-------	-------	---	---	---

			исследований)	
1.	Валиев Р.З., Александров И.В.	Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 398 е.: ил.	ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»	Представлены структура и свойства наноструктурированных металлов в зависимости от методов их обработки
2.	Горохов Ю.В. Шеркунов В.Г. Довженко Н.Н. Беляев С.В. Довженко И.Н.	Основы проектирования процессов непрерывного прессования металлов: монография Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 268	ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»	Обобщен опыт создания и внедрения установок для непрерывного совмещенного литья и прессования методом конформ

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Международный конгресс «Цветные металлы»	г. Красноярск	Сборники докладов
2.	Международная конференция «ИКСОБА»	г. Красноярск	Сборники докладов
3.	Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии	г. Красноярск	статьи
4.	Журнал «Литейное производство»	г. Москва	статьи

5.	Журнал «Металлургия машиностроения»	г. Москва	статьи
6.	сайт библиотеки СФУ	<a href="http://journal.sfu-kras.ru/">http://journal.sfu-kras.ru/</a>	Статьи, книги

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Shi Zhiyuan	Northeastern University, Shenyang, China	Металлургия и обработка цветных металлов
2.	Gentry, C.	USA	Металлургия и обработка цветных металлов
3.	Green, D.	United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA)	Металлургия и обработка цветных металлов

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Валиев Р.З.,	ГОУ ВПО «УГАТУ»	Металлургия и обработка цветных металлов
2.	Шеркунов В.Г.	ГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет»	Металлургия и обработка цветных металлов
3	Довженко Н.Н.	ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»	Металлургия и обработка цветных металлов

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Непрерывные совмещенные процессы литья и прессования методом конформ	Conform Castex Equal channel angular pressing (ECAP)	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Метод объёмного наноструктурирования интенсивной пластической деформацией (ИПД) металлов и сплавов	Совмещенное литье, прокатка и прессование (СЛИПП)	ОК «РУСАЛ» Россия
2.	Метод объёмного наноструктурирования ИПД металлов и сплавов	Совмещенное литье и прессование методом конформ Conform Castex	Babcock Wire Equipment и Holton Machinery LTD

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Beaver Industrial Estate, BWE Ltd	Ashford, Kent, England	Производство установок для прессования методом конформ
2.	Continius Properzzi	Италия	Производство установок для изготовления катанки из алюминиевых и медных сплавов

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»	Красноярский край, Красноярск, пр. Свободный, д.79 ИНН 2463011853	Подготовка высококвалифицированных специалистов, в том числе в области металлургии, проведение фундаментальных и прикладных научных исследований, иных научно-технических, опытно-конструкторских, опытно-технологических работ, направленных на решение актуальных проблем
2.	ГОУ ВПО «УГАТУ»	Башкортостан, Уфа, ул.К. Маркса, д.12 (ИНН 0274023747)	

#### **4.5. Высокпроизводительная технология получения волокнистого материала состоящего из наноразмерных волокон, методом электроформирования**

Эксперт: Корабельников Андрей Ростиславович.

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Костромской государственной технологической академии».

Должность: заведующий кафедрой.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Российский национальный комитет по теории механизмов и машин.

Дополнительные сведения: почетный работник высшего профессионального образования.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Нановолокнистые полимерные материалы имеют широкую сферу применения. Они могут использоваться в таких отраслях как: медицина (создание лекарственных средств и биосовместимых контейнеров для их доставки, биосовместимые раневые покрытия и др.), легкая промышленность (создание покрытий обладающих гидрофильными и гидрофобными свойствами, фильтрационные и мембранные материалы), в других отраслях для акустической изоляции. Изучается возможность применения таких материалов для получения новых композитных материалов.

Для широкого использования необходимо создание высокопроизводительных способов получения и освоение технологии создания нановолокнистого материала широкого диапазона полимеров. Наиболее распространенный способ – электроформирование нановолокон. В настоящее время одно из наиболее развивающихся направлений в области получения нановолокон различного назначения.

Тенденции развития заключаются в разработке новых наноструктурных материалов многоотраслевого применения и создании нового, более производительного и более совершенного метода для электроформирования нановолокон.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Ramakrishna S, Fujihara K, Teo CY, Lim EC, Zuwei M	An Introduction to Electrospinning and Nanofibers	нет данных Singapore, 2005, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.,	В книге изложены основные принципы электроформирования нановолокон.
2.	Burger C, Hsiao BS, Chu B.	Nanofibrous materials and their applications.	Annu. Rev. Mater. Res., 2006, 36:336-368.	Описаны основные направления создания и использования нановолокнистых материалов.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Филатов Ю.Н.	Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс).	ГНЦ РФ НИФХИ им.Л.Я. Карпова, 1997	Наиболее полная информация об основах способа электроформирования, о теоретических положениях описывающих способ, о способах его реализации и опыте промышленного внедрения.
2.	Шутов АА.	Формирование и зарядка струй, капель и пленок слабопроводящих жидкостей в электрическом поле.	Диссертация. Москва, 2008.	Результаты теоретических и экспериментальных исследований в области электроформирования.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Journal of Industrial Textiles	<a href="http://jit.sagepub.com/content/41">http://jit.sagepub.com/content/41</a>	информация о новых текстильных материалах.
2.	Journal of The Textile Institute	<a href="http://www.texti.org/Publication-on-SJTL.asp">www.texti.org/Publication-on-SJTL.asp</a>	Представлены исследования в области текстиля и новых волокнистых материалов.
3.	Textile Research Journal	<a href="http://trj.sagepub.com/content/81">http://trj.sagepub.com/content/81</a>	Представлены исследования в области текстиля и новых волокнистых материалов.
4.	Известия Вузов. Технология текстильной промышленности.	<a href="http://ti.ivgpu.com/index.php/ivtpp">http://ti.ivgpu.com/index.php/ivtpp</a>	Представлены исследования в области текстиля, текстильного машиностроения, автоматизации материаловедения.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Behnam Pourdeyhimi	North Carolina State University (USA)	Prof Behnam's scientific contributions to fibers, and textile science, engineering and technology are well recognized by several awards and publications. His technical expertise is recognized by major corporations and leading research bodies around the world. He acts as consultant to over 30 bodies and major corporations.
2.	Oldřich Jirsák	Technical University of Liberec (Czech Republic)	Prof Jirsák Oldřich is currently the full professor for Textile Technology, Nonwovens, Technical University of Liberec, CZ Republic. His research interests include Nanofiber-covered yarns, and the study of mechanical and physical properties of nanofibers.
3.	Ladislav Mareš	NAFIGATE Corporation, a.s.	Mr. Ladislav Mares has over 15 years of experiences as successful entrepreneur and possesses detailed knowledge of the entrepreneurship, venture capital and start-up process from university patents. He is the Founder of a Czech (Europe) based nanofibers equipment manufacturing industry (Elmarco s.r.o). He is also currently the Chairman of Elmarco Business Consulting (Czech Republic) and ELAM Private limited (Singapore). Mr. Ladislav has a long history in nanofibers manufacturing equipments designs and testing, and owned.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Филатов ЮН.	НИФХИ им.Л.Я. Карпова	Электроформирование нановолокон
2.	Шутов А.А.	нет данных	Электроформирование нановолокон
3.	Кильдеева Н.Р.	Московский государственный университет технологии и дизайна	Нановолокнистые материалы, Электроформирование нановолокон
4.	Шутова А.Г.	Костромской ГТУ	Нановолокнистые материалы, Электроформирование нановолокон
5.	Корабельников А.Р.	Костромской ГТУ	Нановолокнистые материалы, Электроформирование нановолокон

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Электроформирование нановолокон	нет	Получение нановолокон под действием электростатических сил
2.	электроспиннинг	Электроформирование нановолокон	Получение нановолокон под действием электростатических сил
3.	electrospun	Электроформирование нановолокон	Получение нановолокон под действием электростатических сил
4.	elektrospining	Электроформирование нановолокон	Получение нановолокон под действием электростатических сил

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Наноспайдер	NAFIGATE Corporation, a.s.	Серия лабораторного и промышленного оборудования для получения нановолокон из полимеров методом электроформирования.
2.	Фильтры Петрянова	НИФХИ им.Л.Я. Карпова	Технологии и оборудование для промышленного производства фильтров.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	NAFIGATE Corporation, a.s.	<a href="http://www.nafigate.com/ru/section/portal/app/portal-article/detail/69808">http://www.nafigate.com/ru/section/portal/app/portal-article/detail/69808</a> (Чехия)	Разработка устройств для получения нановолокон.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	НИФХИ им.Л.Я. Карпова	<a href="http://www.nifhi.ru/">http://www.nifhi.ru/</a> (0)	научная деятельность
2.	Московский государственный университет дизайна и технологии.	<a href="http://www.msta.ac.ru:81/">http://www.msta.ac.ru:81/</a> (0)	научная, образовательная деятельность.
3	Костромской государственный технологический университет	Г.Кострома, 156005, Дзержинского, 17 (0)	научная, образовательная деятельность.

#### **4.6. Перспективные технологические процессы на основе новых технологических методов для массового/серийного производства новой промышленной продукции производственно – технического назначения – объёмно-наноструктурированных конструкционных материалов с повышенной прочностью**

Эксперт: Валиев Руслан Зуфарович.

Ученая степень: доктор физико-математических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Научно-исследовательский институт физики перспективных материалов при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Должность: директор.

Почетные звания: «Заслуженный деятель науки Республики Башкортостан» (1997); «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» (2003).

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- член Академического комитета по новым материалам (Москва);
- член Межгосударственного совета по прочности и пластичности (Санкт-Петербург);
- член Международного комитета по наноструктурным материалам (Sendai, Japan);
- член научной комиссии научно-производственного журнала «Нанотехнологии Экология Производство» (2011);
- действительный член Европейской академии наук (2008)..

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Перспективные технологические процессы для массового/серийного производства новой промышленной продукции производственно-технического назначения – объёмно-наноструктурированных конструкционных материалов с повышенной прочностью на основе новых технологических методов:

1.1. нового металлургического метода недендритной или направленной кристаллизации;

1.2. нового металлургического метода – легирования малыми добавками редкоземельных и/или переходных металлов;

1.3. нового металлургического метода создания в материале аморфных и смешанных аморфно-кристаллических структур;

1.4. новых методов порошковой металлургии – консолидацией интенсивной пластической деформацией микронных и наноструктурных порошков металлов, сплавов и керамических материалов;

1.5. новых методов объёмного наноструктурирования интенсивной пластической деформацией (ИПД) металлов и сплавов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Carl C. Koch	Nanostructured materials: Processing, Properties and Potential Applications. Noyes Publications, New York, 2002, 612 p. USA	N Carolina State Univ, Dept Mat Sci & Engr, 911 Partners Way, Room 3002, Raleigh, NC 27695 USA.	This book attempted to cover the very broad field of nanostructure science and technology and included assessments of the areas of synthesis and assembly, dispersions and coatings, high surface area materials, functional nanoscale devices, bulk nanostructured materials, and biologically related aspects of nanoparticles, nanostructured materials, and nanodevices. A conclusion of the report is that while many aspects of the field existed well before it was identified as a field in the last decade, three related scientific/technological advances have made it a coherent area of research. Chemical Synthesis and Processing of Nanostructured Powders and Films Thermal Spray Processing of Nanocrystalline Materials Nanostructured Materials and Composites Prepared by Solid State Processing Nanocrystalline Powder Consolidation Methods Electrodeposited Nanocrystalline Materials Computer Simulation of Nanomaterials Diffusion in Nanocrystalline Materials Nanostructured Materials for Gas Reactive Applications Magnetic Properties Of Nanocrystalline Materials Mechanical Behavior of Nanocrystalline Metals Structure Formation and Mechanical Behavior of Two-Phase Nanostructured Materials Nanostructured Electronics and Optoelectronic Materials
2.	Michael J. Zenetbauer, Yuntian Theodore Zhu	Bulk nanostructured Materials. Wiley-VCH. – 2011. – 736 p. Великобритания.		В этой книге ведущие международные эксперты обсуждают широкий спектр современных знаний в области объемных наноструктурных материалов, а именно, различных методов обработки, особенности их структуры и физических свойств от результатов моделирования до промышленного применения. Несмотря на то, что эта книга содержит огромное количество данных, она

				хорошо структурирована из 6 разделов, от фундаментальных исследований до инновационных применений. Каждый из разделов состоит из нескольких частей, так что книга легко читается. В каждом разделе приводится большой список литературы для любознательных читателей.
--	--	--	--	---

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	R.Z. Valiev, R.K. Islamgaliev, I.V. Alexandrov,	Bulk Nanostructured Materials from Severe Plastic Deformation, Progress in Materials Science – V. 45, №2, 2000, pp. 103-189. Издательство Elsevier Science Publishing Company, Inc. (Великобритания).	ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»	В обзорной статье, помимо подробного описания методов ИПД для формирования нанокристаллической структуры, приведены описания и иллюстрации типичных наноструктур и их модельные представления. Приведены примеры зависимости механических свойств от сформированных нанокристаллических состояний по сравнению с их крупнозернистыми аналогами. Дано описание изменения фундаментальных параметров в наноструктурных материалах, которые традиционно считались структурно не чувствительными – температуры Кюри и Дебая, магнитная восприимчивость и др. Приведены примеры изменения диффузионных процессов, пластичности, прочности, низкотемпературной и высокоскоростной сверхпластичности, коррозионных и усталостных свойств наноструктурных материалов.
2.	Валиев Р.З., Александров И.В.	Объемные наноструктурные металлические материалы. Получение, структура и свойства. /	ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный	Монография посвящена вопросам получения, исследования структуры и свойств, объемных наноструктурных металлических материалов, полученных методами интенсивной пластической деформации, где многие пионерские разработки были выполнены

		Москва: Издательство ИКЦ «Академкнига», 2007. – 398 с.	технический университет»	при непосредственном участии авторов. Предназначена для специалистов, занимающихся проблемами физики и механики твердых тел, созданием новых материалов, может быть использована как учебное пособие для студентов и аспирантов соответствующих специальностей.
3.	<a href="#">Захаров В.В.</a> , <a href="#">Елагин В.И.</a> , <a href="#">Ростова Т.Д.</a> , <a href="#">Самарина М.В.</a>	<a href="#">Пути развития и совершенствования высокопрочных сплавов системы AL-ZN-MG-CU</a> . Технология легких сплавов. – 2008. – №4. – С.7-14.	ОАО ВИЛС, Москва	Дан краткий анализ и сделан прогноз дальнейшего развития высокопрочных сплавов на основе системы Al-Zn-Mg-Cu. Сплавы с высоким отношением Zn/Mg (~5), легированные цирконием, обладающие высокой прочностью, предназначены для использования в виде массивных полуфабрикатов. Сплавы с отношением Zn/Mg<1, легированные скандием и цирконием, предназначены для сравнительно тонкостенных полуфабрикатов, получаемых с использованием больших деформаций

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	I Международный симпозиум «Объемные наноструктурные материалы: от науки к инновациям. BNM-2007» (Уфа, Россия).	<a href="http://ipam.ugatu.ac.ru/bnm-2007">http://ipam.ugatu.ac.ru/bnm-2007</a>	Данный симпозиум был посвящен обсуждению фундаментальных и прикладных проблем, связанных с объемными наноструктурными материалами, характеризующимися специфической дефектной структурой, уникальными свойствами и высоким потенциалом промышленного применения. В рамках симпозиума были сделаны и обсуждены доклады о последних достижениях ведущих российских и зарубежных ученых, а также молодых исследователей, работающих в данном перспективном научном направлении, активно развивающемся в последние годы. В мероприятии приняли участие более 200 ученых со всего мира, из них около 50% представляли Россию.
2.	Серия международных конференций	<a href="http://www.nanospd.org">http://www.nanospd.org</a>	На обсуждение выносятся самые последние достижения по разработке наноматериалов, полученных различными способами.

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Pippan R.	Austrian Acad Sci, Erich Schmid Inst Mat Sci, Leoben, Austria	<a href="#">Metallurgy</a> , <a href="#">Chemical Physics &amp; Material Physics</a> , <a href="#">Mechanical Engineering</a> 
2.	Hoppel H.W.	Univ Erlangen Nurnberg, Dept Mat Sci & Engr, Inst Gen Mat Properties 1, Martensstr 5, D-91058 Erlangen, Germany.	<a href="#">Metallurgy</a> , <a href="#">Chemical Physics &amp; Material Physics</a> , <a href="#">Mechanical Engineering</a>
3.	NIE F. L.	Peking Univ, Coll Engr, State Key Lab Turbulence & Complex Syst, Beijing 100871, Peoples R China	<a href="#">Metallurgy</a> , <a href="#">Chemical Physics &amp; Material Physics</a> , <a href="#">Mechanical Engineering</a>
4.	Wilde G.	Institute of Materials Physics, University of Münster, Münster	<a href="#">Metallurgy</a> , <a href="#">Chemical Physics &amp; Material Physics</a> , <a href="#">Mechanical Engineering</a>
5.	Sauvage X.	University of Rouen, CNRS UMR 6634, BP12, Groupe de Physique des Matériaux, Faculté des Sciences, 76801 Saint-Etienne du Rouvray	<a href="#">Metallurgy</a> , <a href="#">Chemical Physics &amp; Material Physics</a> , <a href="#">Mechanical Engineering</a>

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Рааб Г.И.	<a href="#">УГАТУ</a> , Научно-исследовательский институт физики перспективных материалов (Уфа)	Обработка металлов давлением, металловедение, компьютерное моделирование деформационных процессов.
2.	Добаткин С.В.	<a href="#">Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН</a>	Физическое металловедение, физика, физика-химия материалов.
3	Прокошкин С.Д.	<a href="#">НИТУ «МИСиС»</a> , кафедра пластической деформации	Физическое металловедение, физика, физика-химия материалов

		специальных сплавов (Москва)	
4.	Пушин В.Г.	<a href="#">Институт физики металлов УрО РАН</a> , лаборатория цветных сплавов (Екатеринбург)	Физическое металловедение, физика, физика-химия материалов

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Engineering materials	конструкционные материалы	
2.	Bulk nanostructured materials	объемные наноструктурные материалы	
3.	Ball milling	шаровой размол	
4.	Cryomilling	шаровой размол при криогенных температурах	
5.	Method of severe plastic deformation by high pressure torsion (HPT)	Метод интенсивной пластической деформации кручением (ИПДК)	
6.	Method of equal channel angular pressing (ECAP)	Метод равноканального углового прессования (РКУП)	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Технологический процесс получения высокопрочных наноструктурных прутков из технически чистого	Равноканальное угловое прессование по схеме –конформ титана с последующим волочением.	ООО «НаноМет», Россия, Уфа

	титана для медицины		
--	---------------------	--	--

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Erich Schmid Institute of Materials Science of Austrian Academy of Science	JAHNSTRASSE 12, 8700 LEOBEN, AUSTRIA	Научно-исследовательский институт им. Эриха Шмида Австрийской академии наук. Институт материаловедения: Выполняет передовые исследования в области материаловедения. Сотрудничает с ведущими промышленными и научными партнерами Австрии. Институт концентрирует свои исследования на конструкционных материалах (таких как сталь, сплавы, композиты, биологические материалы), материалах для информационных технологий (гибкие металлополимерные системы, тонкопленочные структуры), материалах для энергетики и высоких температур (тугоплавкие металлы, интерметаллиды), и новых объемных нанокристаллических материалах (например, нанокompозиты, магнитные нано- материалы).
2.	Madrid Institute of Advanced Studies of Materials		
3.	University of Rouen, CNRS UMR 6634, BP12, Groupe de Physique des Matériaux, Faculté des Sciences, 76801 Saint-Etienne du Rouvray		
4.	Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu University, Fukuoka		

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (Институт физики перспективных материалов)	450000, Республика Башкортостан, Уфа, ул.К. Маркса, д.12 ИНН 0274023747	Разработка новых и совершенствование существующих методов интенсивной пластической деформации. Получение объемных наноструктурных и ультрамелкозернистых металлов и сплавов. Исследование структуры и свойств наноструктурных и ультрамелкозернистых металлов и сплавов. Разработка высокопрочных алюминиевых и медных с повышенной электропроводностью. Разработка высокопрочного наноструктурного титана для медицины и сплавов на его основе для авиастроения, машиностроения.
2.	<a href="#">Белгородский государственный национальный исследовательский университет</a>	308015, Белгородская область, Белгород, Победы, д.85 ИНН 3123035312	Исследование структуры и свойств наноструктурных и ультрамелкозернистых металлов и сплавов. Разработка высокопрочного наноструктурного титана для медицины. Разработка наноструктурных и ультрамелкозернистых алюминиевых сплавов для сверхпластической формовки сложнопрофильных изделий.
3.	<a href="#">Институт физики металлов УрО РАН,</a> лаборатория цветных сплавов	620990, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, д.18 ИНН 6660008381	Исследование структуры и свойств наноструктурных и ультрамелкозернистых металлов и сплавов. Разработка наноструктурных сплавов Ni-Ti с эффектом памяти формы для медицинских применений.
4.	<a href="#">Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН</a>	119991, Москва, Москва, Ленинский проспект, д.49 ИНН 7736045483	Исследование структуры и свойств наноструктурных и ультрамелкозернистых металлов и сплавов и сталей.
5.	Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов»	119049, Москва, Москва, Ленинский проспект, д.4 ИНН 7706019535	Задачи в области металлургии и материаловедения от фундаментальных исследований создания новых материалов с заданными свойствами, обработки материалов методами пластической деформации, литейных процессов и др. и заканчивая прикладными работами, ориентированными на внедрение в производство высокоэффективных технологических процессов.

#### **4.7. Механоактивационное введение наноструктурированных порошков металлов и оксидов в присадочные материалы.**

Эксперт: Сапожков Сергей Борисович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: доцент.

Место работы: Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Должность: заведующий кафедрой Естественнонаучного образования.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– член диссертационного совета Д 003.038.02 в институте Физики Прочности и Материаловедения СО РАН.

Дополнительные сведения:

– член-корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности человека и природы.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В настоящее время высокоэнергетическое воздействие широко применяется для получения неразъемных соединений и поверхностей деталей узлов и машин широчайшей гаммы металлических, неметаллических и композиционных конструкционных материалов в условиях земной атмосферы, Мирового океана и космоса. Несмотря на непрерывно увеличивающееся применение в конструкциях и изделиях легких сплавов, полимерных материалов и композитов, основным конструкционным материалом остается сталь. Мировой рынок техники и услуг по высокоэнергетической обработке материалов возрастает пропорционально росту мирового потребления стали.

Легированные стали обладают высоким комплексом эксплуатационных свойств и используются для производства ответственных конструкций, деталей узлов и машин большого спектра применения. Они обеспечивают высокую прочность конструкции при одновременном снижении ее металлоемкости. Однако под высокоэнергетическим воздействием термического цикла в зоне термического влияния (ЗТВ) поверхностей и соединений металла формируются закалочные структуры, характеризующиеся большими значениями твердости при низких значениях вязкости.

Поэтому на ЗТВ приходится наибольшая доля образующихся холодных трещин.

Для предотвращения образования холодных трещин, как правило, прибегают к дополнительным операциям, усложняющим технологический процесс и увеличивающим затраты на изготовление деталей узлов, машин и конструкций. В отечественной и зарубежной практике для этой цели широко применяют предварительный подогрев и последующую термообработку. Такая технология позволяет в известной степени снизить уровень содержания водорода в обрабатываемом металле, скорости охлаждения металла и ЗТВ и увеличить время протекания структурных превращений. С

другой стороны указанная технология требует тщательного контроля температуры и параметров высокоэнергетического процесса, а неравномерность подогрева и термической обработки крупногабаритных изделий ведет к возрастанию внутренних напряжений, деформации. Кроме того, применение предварительного подогрева и термообработки связано с дополнительными затратами разного рода ресурсов.

Существуют различные пути повышения эксплуатационных свойств деталей узлов, машин и конструкций из легированных сталей и их сопротивления образованию холодных трещин при сварке. В то же время, ни один из них не может претендовать на роль универсального подхода к решению существующей проблемы.

Современные исследования в области управления физико-химическими и тепловыми процессами при высокоэнергетическом воздействии на различные материалы направлены лишь на оценку влияния по отдельности: энергетическое воздействие; физическое воздействие; химическое воздействие. Комплексное воздействие на протекающие процессы в указанной системе, а именно «физико-химическое»+ «энергетическое» влияние, позволит получить более полную модель, описывающую процессы при высокоэнергетическом воздействии на сталь при получении неразъемного соединения. Данная модель будет способствовать развитию представлений о процессе формирования заданных качественных и количественных характеристик поверхности и изучению динамических процессов в зоне воздействия с учетом различных факторов.

В основу нового метода заложена идея принципиально нового подхода к управлению формированием сварных соединений и поверхностей изделий за счет введения в зону высокоэнергетического воздействия легкоионизируемых активаторов-модификаторов – наноструктурированных порошков металлов и оксидов, методом механоактивации компонентов на стадии изготовления присадочного материала.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Зернин Е.А., Кузнецов М.А.	Нанотехнологии и наноматериалы в сварочном производстве Journal: Welding Inter- national, 2012 Великобритания	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	Обзор нанотехнологий и применяемых наноматериалов в сварочном производстве
2.	Сапожков С.Б., Макаров С.В.	Production of Electrodes for Manual Arc Welding Using Nanodisperse.  Materials // World Ap- plied Sciences Journal . – 2014 – №. 29(6). – p. 720-723	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	Производство электродов для ручной дуговой сварки с использованием наноструктурных порошков металлов

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Журнал «Сварочное производство»	Россия, Москва	Журнал посвящен сварочным материалам и технологиям
2.	Журнал «Автоматическая сварка»	Украина, Киев, ИЭС им. Е.О. Патона	Журнал посвящен сварочным материалам и технологиям

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Нет данных	Нет данных	Нет данных

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Сараев Ю. Н.	Институт Физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск)	Эксперт
2.	Зернин Е. А.	Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск)	Эксперт

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Permanent connection mechanism	Механоактивация компонентов	Введение в зону высокоэнергетического воздействия легкоионизируемых активаторов-модификаторов – наноструктурированных порошков металлов и оксидов, методом механоактивации компонентов на стадии изготовления присадочного материала

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Метод механоактивационного введения наноструктурированных порошков металлов и оксидов в присадочные материалы	Россия, НИ ТПУ	На стадии эксперимента наблюдается улучшение свойств сварных соединений на 20-35 %

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Институт электросварки имени Е. О. Патона	Украина	Исследования, аттестация, внедрение
2.	Австралийский институт сварочной техники	Австралия	Исследования, аттестация, внедрение
3.	Американское сварочное общество	США	Исследования, аттестация, внедрение
4.	Британский институт сварки (TWI)	Великобритания	Исследования, аттестация, внедрение

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Институт сварки России	Санкт-Петербург, Выборгский район, Литовская улица, 10 ИНН 7802212490	Научно-техническая деятельность в области сварки. Исследования, аттестация, внедрение

## **5 Новые материалы и композиции (конструкции) из материалов (включая композиционные материалы различных типов, материалы с заранее заданными свойствами)**

### **5.1. Технология оптимизации фазового состава нанопродуктов: покрытий, волокон, наночастиц**

Эксперт: Анисимов Андрей Павлович.

Ученая степень: доктор медицинских наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Должность: заместитель директора по научной работе.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Европейская аэрозольная ассамблея;
- International Aerosol Research Assembly (IARA);
- Gesellschaft für Aerosolforschung (GAeF);
- The American Association for Aerosol Research (AAAR).

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Известно, что свойства изделий определяются фазовым состоянием материалов, из которых изготовлены данные изделия. В данной технологии планируется практическое применение идеи управляемой генерации требуемой фазы, основываясь на установленной нами связи диаграмм фазовых равновесий исходных систем с поверхностями скоростей зародышеобразования. Эта связь, в принципе, позволяет оптимизировать условия преимущественного получения наперед заданной фазы для макроскопических изделий. Существенный резерв оптимизации генерирования заданной фазы открывается для технологий, производящих наноматериалы, таких как покрытия, волокна и наночастицы. Если для получения наперед заданной фазы в макроскопических изделиях уже накоплен определенный опыт, то при переходе к наноуровню, такой опыт еще нарабатывается. Использование топологии поверхностей скорости зародышеобразования, построенных над диаграммами равновесия фаз, позволяет получать заданные фазы, существенно удешевляя затратный эмпирический поиск необходимых условий генерации искомой фазы. В некоторых случаях использование поверхностей скоростей зародышеобразования может быть практически единственным вариантом получения требуемого фазового состава в целевом продукте.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	M. P. Anisimov, Hopke P.K., Rasmussen D.H.	Relation of phase state diagrams and surfaces of new phase nucleation rates. J. Phys. Chem. V. 109(4) P.1435-1444, (1998)	Clarkson University, Potsdam, NY USA, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia	Выполнена первая систематизация поверхностей скорости зародышеобразования и диаграмм фазовых равновесий для идеальных и неидеальных моно- бинарных систем.
2.	M.P. Anisimov, Koropchak J.A., Nasibulin A.G	Critical embryo phase transitions in the nucleated binary glycerin – carbon dioxide system. (1998) J. Chem. Phys. J. Chem. Phys. 1998, V.109(22): 10004-10010	Southern Illinois University, Carbondale, IL USA, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia	Впервые эмпирически найдены разрывы первых производных на поверхностях скоростей зародышеобразования, вызванные фазовыми переходами первого рода в конденсированной фазе.
3.	J. Koropchak, S. Sadain, X. Yang, L-E. Magnusson	Nanoparticle Detection Technology for Chemical Analysis. Analytical Chemistry News & Features, (June 1 1999) P.386A – 394A.	Southern Illinois University, Carbondale, IL USA, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia	Аэрозольный конденсационный детектор впервые для капиллярной жидкостной хроматографии, позволил получать хроматограммы высокого разрешения для пикограммных образцов.
4.	Michael P. Anisimov, A.G. Nasibulin, and S.D. Shan	Experimental detection of nucleation rate surface singularity. Journal of Chem. Phys. (2000) V.112(5)	Kemerovo State University, Kemerovo, Russia	Обоснование возможности эмпирического обнаружения разрыва первой производной на поверхности скоростей зародышеобразования.
5.	M.P. Anisimov, P. K.Hopke, Sergey D. Shanda	n-Pentanol -Helium Homogeneous Nucleation Rates. (2000) J. Chem. Phys. V.113. P. 1971-1975.	Clarkson University, Potsdam, NY USA, Kemerovo State University	Обосновывается предложение использовать систему: н-пентанол-гелий в качестве стандарта скоростей нуклеации для тестирования измерительных устройств.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	М.П.Анисимов	Связь поверхностей скорости нуклеации с диаграммами фазовых равновесий. ДАН, 352(6), 816-818 (1997)	Институт оптики атмосферы СОАН СССР	Показана связь поверхностей скорости зародышеобразования с диаграммами равновесия фаз для однокомпонентных и бинарных идеальных систем.
2.	Фоминых Е.Г., Петрова-Богданова О.О., Анисимов М.П	Многолистные поверхности скоростей нуклеации пара для случая полиморфных энантиотропных переходов в конденсате // Вестник НГУ, Т.7, №3, 67-77, 2012	Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СОРАН, Новосибирск, Россия	Показаны примеры многолистных поверхностей скорости
3.	Анисимов М. П., Фоминых Е.Г., Петрова-Богданова	Примеры полуэмпирического построения поверхностей скорости нуклеации для систем с монотропными полиморфными фазовыми переходами // Журнал Физическая Химия, 2013, Т. 87, № 2, с. р. . 256-261	Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СОРАН, Новосибирск, Россия	Приведены топологии поверхностей скорости нуклеации для систем с монотропными полиморфными фазовыми переходами

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Журнал Физической химии	<a href="http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=fizkhi_m">http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=fizkhi_m</a>	Ведущий журнал, в котором печатают прорывные результаты в исследовании релаксации метастабильных состояний.
2.	International Aerosol Conference	<a href="http://www.journals.elsevier.com/journal">http://www.journals.elsevier.com/journal</a>	Ведущая конференция, на которой обсуждают прорывные результаты в исследовании релаксации метастабильных состояний.
3.	International Conference on Nucleation and Atmospheric Aerosols	<a href="http://www.tandfonline.com/toc/uast20/current">http://www.tandfonline.com/toc/uast20/current</a>	Ведущая конференция, на которой обсуждают прорывные результаты в исследовании релаксации метастабильных состояний.
4.	Aerosol Science and Technology, Journal of Aerosol Science	<a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/00219797">http://www.sciencedirect.com/science/journal/00219797</a>	Ведущая конференция, на которой обсуждают прорывные результаты в исследовании релаксации метастабильных состояний.
5.	Journal of Colloid & Interphase Science	<a href="http://pubs.acs.org/journal/jpcbfb">http://pubs.acs.org/journal/jpcbfb</a>	Ведущий журнал, в котором печатают прорывные результаты в исследовании релаксации метастабильных состояний.
6.	Journal of Physical Chemistry	<a href="http://pubs.acs.org/journal/jpcafh">http://pubs.acs.org/journal/jpcafh</a>	Ведущий журнал, в котором печатают прорывные результаты в исследовании релаксации метастабильных состояний.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Philip K. Hopke	Clarkson University, Potsdam, NY USA	Построение оверхностей скорости нуклеации, создание эрозольной техники и эмпирического исследования скоростей аэрозольного зародышеобразования, качества атмосферного воздуха
2.	Don H. Rasmussen	Clarkson University, Potsdam, NY USA	Термодинамика, метастабильные состояния, поверхности скоростей зародышеобразования, новые материалы, криобиология, осаждение пленок и т.д.
3.	John A Koropchak	Southern Illinois University, Carbondale, USA	Специалист в области дизайна высокоточного аналитического приборостроения, аналитической химии высокого разрешения, химической биологии и т.д.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Загайнов Валерий Анатольевич	ОАО НИФХИ им. Л.Я.Карпова «	Специалист в области теоретического и экспериментального исследования наноаэрозолей. Разработчик уникальных приборов для лабораторного моделирования генерации наноаэрозолей и установление связи условий генерации с параметрами наносистем на примере атмосферных аэрозолей.
2.	Тойкка Александр Матвеевич	Кафедра химической термодинамики и кинетики. г. Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский пр. 26, Химический факультет СПбГУ	Специалист в области термодинамических и кинетических исследований процессов в гетерогенных системах и функциональных материалах. Из широкого спектра его интересов целесообразно указать его углубленные исследования диаграмм фазовых равновесий и областей метастабильных состояний.

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Nucleation rate surfaces; Relation of Phase equili	Поверхности скоростей нуклеации; Связь фазовых диаграмм и скоростей зародышеобразования	Поверхность скоростей зародышеобразования восстает из линий равновесия фаз над областью метастабильных состояний одной или нескольких фаз, характеризует частоты возникновения зародышей стабильных фаз.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Поверхности скоростей нуклеации (курс лекций)	Clarkson University, Potsdam, NY USA, спецкурс	Слушатели усвоили основную идею и самостоятельно решили серию задач на построение и интерпретацию поверхностей скорости зародышеобразования.
2.	Атмосферная нуклеация	Кемеровский Госуниверситет,	Студенты освоили идею построения поверхностей скорости зародышеобразования в парах воды, содержащей несколько примесей.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Clarkson University, The Center for Air Resources Engineering & Science (CARES)	8 Clarkson Ave. Potsdam, NY 13699-5705 USA (США)	Разработка инструментов и измерения параметров атмосферных аэрозолей. Построение поверхностей скорости зародышеобразования над диаграммами равновесия фаз.
2.	Southern Illinois University, Department of Chemistry and Biochemistry	Neckers, 4409, 1245 Lincoln Drive, Carbondale IL, 62901 (США)	Разработка инструментов для высокоточных хроматографических измерений с использованием нуклеационного детектора. Построение поверхностей скорости зародышеобразования над диаграммами равновесия фаз позволило создать детектор, позволяющий получать количественную хроматограмму от образца массой несколько пикограмм.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Химический факультет СПбГУ	г. Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский пр. 26, Химический факультет СПбГУ ИНН 7801002274	Химическая термодинамика, диаграммы равновесия фаз, области метастабильных состояний
2.	Лаборатория физики аэродисперсных систем ОАО НИФХИ им. Л.Я.Карпова	105064, Москва, переулок Обуха, 3-1/12 ИНН 7709093230	Химическая термодинамика, области метастабильных состояний, генерация и исследование параметров наносистем, атмосферные аэрозоли

## **5.2. Жидкокристаллические материалы для энергосберегающих дисплеев и фотонных устройств нового поколения**

Эксперт: Емельяненко Александр Вячеславович.

Ученая степень: доктор физико-математических наук.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Должность: ведущий научный сотрудник.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– член Международного жидкокристаллического общества.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Создание дисплеев без матрицы цветных фильтров значительно (на одну треть) удешевит их производство, улучшит их оптические характеристики, такие как яркость, разрешение (каждый пиксель будет полноценным пикселем, а не одним из трех подпикселей) и цветовая гамма, а также позволит сэкономить до 70 % энергии, потребляемой дисплеем, поскольку можно будет использовать гораздо менее яркий источник света, не уменьшая при этом яркость самого дисплея. Оценочная экономия энергии каждым таким дисплеем составляет около 20 Вт.

Новая технология изготовления энергосберегающих дисплеев требует разработки новых наноструктурированных ЖК материалов, которые существенно быстрее, чем нематические жидкие кристаллы (НЖК). В настоящее время для пико-проекторов на сегнетоэлектрических жидких кристаллах разработана технология последовательного чередования цветов подсветки (ПЧЦ). При использовании технологии ПЧЦ человеческий глаз усредняет цвета во времени, а не в пространстве. Быстродействие НЖК недостаточно высоко для использования технологии последовательного чередования во времени цветов подсветки. В то же время, существующие сегнетоэлектрические (смектические) жидкие кристаллы (СЖК) недостаточно устойчивы по отношению к внешнему механическому воздействию, и поэтому не используются для создания больших дисплеев. Придание СЖК текучести, как у НЖК, при сохранении их высокого быстродействия могло бы создать предпосылки для разработки жидкокристаллических электрооптических сред нового поколения, возможности которых гораздо больше, чем у НЖК. Время отклика ЖК ячейки дисплея с последовательным чередованием цветов подсветки должно быть по крайней мере менее 1 мс (кадровая частота 240 Гц), для того чтобы

обеспечить высокое разрешение, низкое энергопотребление и широкую цветовую гамму, тогда как еще на порядок выше рабочие частоты требуются для предотвращения эффекта прерывания цвета.

В течение последних десяти лет российскими учеными были разработаны сегнетоэлектрические и антисегнетоэлектрические жидкие кристаллы, которые значительно быстрее, чем НЖК. При определенных условиях электрооптический отклик СЖК и антисегнетоэлектрических ЖК является непрерывным, безгистерезисным и нечувствительным к знаку приложенного напряжения. Также проведена серия теоретических работ, в которых впервые на молекулярном уровне была исследована структура сегнетоэлектрических и антисегнетоэлектрических смектических фаз и ее поведение в электрическом поле.

В стадии разработки находятся и противошоковые электрооптические ячейки на основе СЖК, демонстрирующие качество ориентации не хуже, чем обычные ячейки с закрученным нематиком, и по-прежнему работающие на частоте до 1 кГц при напряженности электрического поля 1 В/мкм. Мы ожидаем, что именно этот тип СЖК при условии его оптимизации может открыть дорогу промышленному производству дисплеев с последовательным чередованием цветов подсветки.

В настоящее время в России разработаны принципы создания дисплейных ячеек на основе сегнетоэлектрических смектических жидких кристаллов с субмикронным шагом спирали. Состояние смектического жидкокристаллического материала может меняться под воздействием электрического поля, и пропускание света меняется независимо от длины волны, что необходимо для создания ЖК-дисплея без цветных фильтров.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	S. Inui, N. Iimura, T. Suzuki, et al.	Thresholdless antiferroelectricity in liquid crystals and its application to displays	Mitsubishi Chemical Corporation, Tsukuba Research Center, Ami Chu-ou, Inashiki, Ibaraki 300-03, Japan; bTokyo Institute of Technology, Department of Organic and Polymeric Materials, 0-okayama, Meguro-ku, Tokyo 152, Japan	При уменьшении энергетического барьера между SC и SC* антисегнетоэлектрический эффект становится беспороговым в трехкомпонентной смеси. В такой системе показано V-образное переключение, определяющее привлекательные характеристики для дисплеев: широкий угол обзора с очень большим коэффициентом контрастности, высокая скорость отклика и идеальная аналоговая шкала серого без гистерезиса. Представлена упрощенная модель фазы с таким свойством.
2.	Y. Hisakado, H. Kikuchi, et al.	Large electro-optic Kerr effect in polymer stabilized liquid crystalline blue phases	Kyushu University, 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812-8581, Japan; Japan Science and Technology Agency, 4-1-8 Honcho, Kawaguchi, Saitama 332-0012, Japan	Было показано, что в полимер-стабилизированной голубой фазе с константой Керра в 170 раз больше, чем в нитробензоле, возможно микросекундное электрооптическое переключение в широком температурном диапазоне в плоских ячейках Керра без необходимости дополнительной обработки поверхности для создания упорядочения.
3.	Q. Guo, Z. Brodzeli, E.P. Pozhidaev, et al.	Fast electro-optical mode in photo-aligned reflective deformed helix ferroelectric liquid crystal cells	Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Kowloon, Hong Kong;	Рассмотрено электрооптическое поведение деформированной спирали сегнетоэлектрического жидкого кристалла в отражательной моде. В субкилогерцовом диапазоне измерена зависимость коэффициента отражения от величины электрического поля для различных углов плоскости

			University of New South Wales, Sydney NSW 2052, Australia	поляризации падающего света. Получено хорошее согласие модели и эксперимента.
4.	S. Xu, H. Ren and S.-T. Wu	Optically anisotropic microlens array film directly formed on a single substrate	University of Central Florida, Orlando, Florida 32816, USA; Chonbuk National University, Chonju, Chonbuk 561-756, South Korea	Разработана адаптивная жидкая линза, приводимая в действие жидким кристаллом (ЖК). Она адаптирует давление жидкости, создаваемое возвратно-поступательным движением капель ЖК, чтобы регулировать поверхность раздела жидкость-воздух, которая, в свою очередь, изменяет оптическую силу в получившейся в результате жидкой линзы. Конкурентными особенностями являются компактный размер, простота изготовления, хорошие оптические характеристики, сравнительно быстрое время отклика и низкое энергопотребление.
5.	V. Lapanik, V. Bezborodov, S. Timofeev, et al.	Shock-free ferroelectric liquid crystal displays with high optical contrast	Institute of Applied Physics Problems, Minsk 220108, Belarus	Исследуются сегнетоэлектрические жидкокристаллические дисплеи устойчивые к механическому воздействию, с высокой оптической контрастностью и низким рабочим напряжением. Разрабатываются сегнетоэлектрические жидкокристаллические структуры с широким температурным диапазоном хиральной смектической С-фазы. Исследуется влияние хиральных фрагментов молекул, особенно их длины, на механическую стабильность фазы SmC*. Проводится описание соотношения между поверхностной энергией закрепления упорядочивающего полимера и вязкоупругими свойствами фазы SmC*. Наша качественная модель отражает сопротивление структуры слоев SmC* механическим и тепловым воздействиям.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	A. V. Emelyanenko, E. P. Pozhidaev, et al.	Antiferroelectric and Ferrielectric Liquid Crystal Display: Electrically Controlled Birefringence Color Switch as a New Mode	119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова	Разрабатывается смесь с промежуточными двуосными (сегнетоэлектрическими) смектическими фазами, существующими в широком температурном диапазоне. При любой температуре в пределах этого диапазона, а также в диапазоне существования антисегнетоэлектрической фазы можно ступенчато переключать несколько цветных состояний двулучепреломления, прикладывая электрическое поле, и, следовательно, ЖК-ячейка помещенная между скрещенными поляризаторами может отображать несколько цветов без использования цветных фильтров. Очень малое время переключения между цветовыми состояниями (около 10 мкс) может быть основой для нового режима в технологии дисплеев, потому что можно реализовать несколько полноцветных оптических состояний в одном и том же материале (или в смеси материалов). Эти возможности были изучены как теоретически, так и экспериментально.
2.	Е.П.Пожидаев, В.Г.Чигринов	Би и мультстабильные состояния в сегнетоэлектрическом жидком кристалле	Физический институт им. П.Н. Лебедева (ФИАН)	Исследуется устойчивость бистабильного переключения на основе анализа петли гистерезиса слоя С*ЖК, ограниченного твердыми подложками, а также формулируются условия, при которых осуществляется устойчивое безгистерезисное переключение между любыми запоминаемыми состояниями мультстабильных слоев С*ЖК.
3.	A.V. Emelyanenko and K. Ishikawa	Smooth transitions between biaxial intermediate smectic phases	119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, Московский	Изучена возможность непрерывных переходов между двуосными промежуточными смектическими фазами посредством распространения дефекта. Экстраполяция результатов предполагает существование бесконечного числа двуосных

			государственный университет имени М.В.Ломоносова	промежуточных фаз, каждая из которых находится в устойчивом равновесии только при определённой температуре. Мы подтвердили, что трёх- и четырёхслойная промежуточные фазы являются особыми благодаря минимальному их отлчию от соседних по температуре промежуточных фаз.
4.	E. Pozhidaev, V. Chigrinov, A. Murauski, et al.	V-shaped electrooptical mode based on deformed-helix ferroelectric liquid crystal with subwavelength pitch	Физический институт им. П.Н. Лебедева (ФИАН)	Показано экспериментально и теоретически, что сегнетоэлектрическому жидкому кристаллу в режиме деформации геликоида при специально подобранной форме приложенного биполярного напряжения, частоте и геометрии ячейки присущ V-образный (V-shape) электрооптический отклик. В отличие от ранее известных, обнаруженная V-shape мода переключения наблюдается в широком частотном диапазоне, включая 1 кГц, и не является характеристикой определенной частоты. Такой тип V-shape моды позволяет радикально увеличить частоту переключения жидкокристаллических ячеек по сравнению с ячейками, использующими нематические жидкие кристаллы
5.	E. Pozhidaev, V. Chigrinov, and Xihua Li	Photoaligned Ferroelectric Liquid Crystal Passive Matrix Display with Memorized gray scale	Физический институт им. П.Н. Лебедева (ФИАН)	Предлагается новая концепция пассивного матричного сегнетоэлектрического жидкокристаллического дисплея (СЖКД) с запоминаемой шкалой серого. Рассматривается физическая природа шкалы серого в сегнетоэлектрических жидкокристаллических дисплеях. Критерий надежной бистабильности вырабатывается в зависимости от гистерезисного поведения СЖК в электрическом поле. Обсуждаются частотные и температурные зависимости гистерезисного цикла СЖК. Предлагается новый подход к составной электронной адресации шкалы серого в СЖКД. Разрабатывается 64 × 64 СЖКД с пассивной адресацией, основанный на технике светоупорядочивания. Рассмотрены новые применения СЖКД с пассивной адресацией с запоминающейся шкалой серого.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Liquid Crystals	<a href="http://www.tandfonline.com/loi/tlct20#.Uxn3WmfNuUk">http://www.tandfonline.com/loi/tlct20#.Uxn3WmfNuUk</a>	Научный журнал
2.	Molecular Crystals and Liquid Crystals	<a href="http://www.tandfonline.com/loi/gmcl20#.Uxn3xGfNuUk">http://www.tandfonline.com/loi/gmcl20#.Uxn3xGfNuUk</a>	Научный журнал
3.	Physival Review Letters	<a href="http://journals.aps.org/prl/">http://journals.aps.org/prl/</a>	Научный журнал
4.	Journal of Materials Chemistry	<a href="http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/jm#!issueid=jm022048&amp;type=archive&amp;issnprint=0959-9428">http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/jm#!issueid=jm022048&amp;type=archive&amp;issnprint=0959-9428</a>	Научный журнал
5.	Soft Matter	<a href="http://pubs.rsc.org/en/Journals/JournalIssues/SM#!recentarticles&amp;all">http://pubs.rsc.org/en/Journals/JournalIssues/SM#!recentarticles&amp;all</a>	Научный журнал
6.	Advanced Materials	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-4095">http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-4095</a>	Научный журнал
7.	Optics Letters	<a href="http://www.opticsinfobase.org/ol/home.cfm">http://www.opticsinfobase.org/ol/home.cfm</a>	Научный журнал
8.	Optics express	<a href="http://www.opticsinfobase.org/oe/home.cfm">http://www.opticsinfobase.org/oe/home.cfm</a>	Научный журнал
9.	Кристаллография	<a href="http://link.springer.com/journal/11445">http://link.springer.com/journal/11445</a>	Научный журнал
10.	ЖЭТФ	<a href="http://www.jetp.ac.ru/">http://www.jetp.ac.ru/</a>	Научный журнал

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	V.G. Chigrinov	The Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Kowloon, Hong Kong	Разработка материалов для ЖК-телевизоров и проекторов с высокой энергетической эффективностью, высоким разрешением и повышенным качеством цветопередачи. Разработка новых азокрасителей и фотосшивающих материалов для жидкокристаллической дисплейной (ЖКД) технологии. Разработка электрических ЖК-линз с оптическим расстоянием, управляемым напряжением, на основе фотоупорядоченных ЖК-слоев. Разработка оптически перезаписываемой техники, основанной на технологии фотоупорядочения. Разработка ЖК-переключателей, фильтров, шумопоглотителей, эквалайзеров, контроллеров поляризации, фазовых эмуляторов и других оптоволоконных компонентов.

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	А.В. Емельяненко	119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова	Жидкие кристаллы, полимеры, сегнетоэлектрические и антисегнетоэлектрические смектики, промежуточные фазы, холестерики, композитные материалы, поверхностные явления, фазовые переходы, неоднородные и полидисперсные среды, материалы для энергосберегающих дисплеев, запоминающих оптических устройств, модуляторов оптического излучения, молекулярно-статистическая физика, компьютерное моделирование.
2.	Е.П. Пожидаев	Физический институт им. П.Н. Лебедева (ФИАН)	Сегнетоэлектрики, жидкие кристаллы, физика поверхности, наноструктуры, кристаллооптика, электрооптика, фотонные устройства, дисплеи

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	жидкие кристаллы		Жидкие кристаллы (сокращённо ЖК) – это фазовое состояние, в которое переходят некоторые вещества при определенных условиях (температура, давление, концентрация в растворе). Жидкие кристаллы обладают одновременно свойствами как жидкостей (текучесть), так и кристаллов (анизотропия).
2..	смектики		Смектики – наиболее упорядоченные 2-х мерные кристаллы. Имеют слоистую структуру, в отличие от нематиков и холестериков. Смектические жидкие кристаллы имеют слоистую структуру, слои могут перемещаться друг относительно друга. Толщина смектического слоя определяется длиной молекул (преимущественно, длиной парафинового «хвоста»), однако вязкость смектиков значительно выше чем у нематиков и плотность по нормали к поверхности слоя может сильно меняться.
3.	дисплеи		Дисплей – электронное устройство, предназначенное для визуального отображения информации. Дисплеем в большинстве случаев можно назвать часть законченного устройства, используемую для отображения цифровой, цифро-буквенной или графической информации электронным способом.
4.	текучесть		Текучесть – свойство материалов при постепенном увеличении давления уступать действию сдвигающих сил и течь подобно вязким жидкостям.
5.	хиральные структуры		Хиральность – отсутствие симметрии относительно правой и левой стороны. Например, если отражение объекта в идеальном плоском зеркале отличается от самого объекта, то объекту присуща хиральность.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Технология последовательного чередования цветов подсветки (ПЧЦ)	Shenzhen Jinghua Displays Co, China	При использовании технологии ПЧЦ человеческий глаз усредняет цвета во времени, а не в пространстве. Использование ПЧЦ значительно (на одну треть) удешевит производство дисплеев, улучшит их оптические характеристики, такие как яркость, разрешение (каждый пиксель будет полноценным пикселем, а не одним из трех подпикселей) и цветовая гамма, а также позволит сэкономить до 70% энергии, потребляемой дисплеем, поскольку можно будет использовать гораздо менее яркий источник света, не уменьшая при этом яркость самого дисплея. Оценочная экономия энергии каждым таким дисплеем составляет около 20 ватт.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Hong Kong University of Science and Technology	Clear Water Bay, Kowloon, Hong Kong (Китай)	Научно-образовательное учреждение

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	МГУ им. М.В.Ломоносова	г. Москва, Ленинские горы, д. 1, ИНН 7729082090	Научно-образовательное учреждение

**5.3. Новые эффективные модифицированные углеродные наноматериалы как адсорбенты, селективные по заданному компоненту (щелочные и щелочноземельные, тяжелые, токсичные и благородные металлы).**

Эксперт: Левченко Людмила Михайловна.

Ученая степень: доктор химических наук.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук.

Должность: Заведующий лабораторией.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- председатель Профсоюзной организации ИНХ СО РАН;
- член президиума ОКП ННЦ СО РАН.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Применение - для извлечения компонентов из газовых и жидких сред, включая очистку промышленных стоков и природных вод, в медицине как энтеро- и гемосорбенты. Уникальные адсорбенты на основе наночуглерода стали незаменимыми при создании новых индивидуальных и коллективных средств защиты от загрязнений среды, в медицине как средства коррекции внутренней среды организма (энтеро- и гемосорбенты) и при удалении из организма токсичных веществ. Развитая удельная поверхность углеродного материала, как правило, обеспечивает высокую адсорбционную активность по отношению к адсорбатам разной природы. Такие материалы перспективны как адсорбенты в устройствах хранения водорода, метана или природного газа, как материалы для двухслойных конденсаторов.

Существенным фактором и одной из главных особенностей наночуглеродных материалов является их повышенная реакционная активность. Они легко захватывают атомы других веществ и образуют материалы с принципиально новыми свойствами. На их основе можно целенаправленно создавать новые вещества с заданными свойствами. В этом плане представляет значительный интерес создание и применение наноконпозиционных углеродных материалов (гибридных активных структур) с иммобилизованными соединениями, например, сурьмяной кислотой, что позволяет получить селективные сорбенты по щелочным и щелочно-земельным металлам, особенно натрию.

В настоящее время токсичные и тяжелые металлы являются наиболее распространенными загрязнителями, которые содержатся в водных источниках, что создает большую проблему для окружающей среды и здоровья населения. Зачастую основными источниками загрязнения являются промышленные предприятия. Проблема состоит в том, что

ионы тяжелых металлов являются стабильными и стойкими загрязнителями окружающей среды, поскольку они не разлагаются и не разрушаются.

Сорбционные технологии, традиционно используемые для извлечения тяжелых металлов из водных растворов, являются достаточно эффективными, особенно в области малых концентраций. К основным недостаткам адсорбционных методов извлечения можно отнести невысокую эффективность, короткий срок службы адсорбентов, часто обусловленный низкой регенерационной способностью, и, безусловно, стоимостью.

Сделать сорбционные методы более эффективными можно, прежде всего, за счет разработки недорогих сорбентов, селективных к удаляемым примесям. Для разработки нового поколения эффективных сорбентов и правильной схемы их применения необходимы знания о совокупности физико-химических характеристик сорбции, поскольку этим и определяется эффективность извлечения микрокомпонентов.

В этой связи в ИНХ СО РАН в течение последних 15 лет проводятся исследования по разработке нового поколения эффективных сорбентов, используя нанопористые углеродные матрицы, как синтетические, производства Омского ИППУ, так и природные каменные и бурые угли. Комплексом физико-химических методов изучены процессы окисления, гидролиза и химического модифицирования этих матриц. Предложены простые и технологичные способы получения модифицированных нанокompозитных сорбентов селективных на ртуть, кадмий, никель, медь, свинец, рубий, цезий, стронций и др. металлы, в том числе благородные. Разработаны и утверждены технологические инструкции на процесс получения и регенерации сорбента НУМС-Ј, созданы условия его выпуска для очистки воздуха, сточных и технологических щелочных растворов от ртути. В рамках выполнения Госконтракта № 16.515.11.5022 в ИНХ СО РАН была разработана технология переработки и утилизации ртутьсодержащих отходов, в том числе отработанных компактных люминес-

центных и других ртутных ламп, отработаны параметры технологии и создана установка по демеркуризации, разработан демеркуризационный комплект для населения.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Yang R.T.	Adsorbents: Fundamentals and Applications	Chemical Engineer- ing University of Michigan	Adsorption promises to play an integral role in several future energy and environmental technologies, including hydrogen storage, CO removal for fuel cell technology, desulfurization of transportation fuels, and technologies for meeting higher standards on air and water pollutants. Yang covers the explosion in the development of new nanoporous materials thoroughly, as the adsorption properties of some of these materials have remained largely unexplored. The whole of this book benefits from the new adsorbent designs made possible by the increase in desktop computing and molecular simulation, making Adsorbents useful to both practicing laboratories and graduate programs. Ralph Yang's comprehensive study contributes significantly to the resolution of separation and purification problems by adsorption technologies
2.	M. Jaroniec	Mesoporous Carbon Ma- terials: Synthesis and Modification	Kent State University	Adsorption and structural properties of mesoporous carbons obtained from mesophase pitch and phenol-formaldehyde carbon precursors using porous templates prepared from colloidal silica
3.	Al-Rashdi, Badriya; Sommerfield, Chris; Hilal, Nida	Heavy Metals Removal Using Adsorption and Nanofiltration Tech- niques	Water Advanced Technologies and Environmental Re- search (CWATER), College of Engineer- ing, Swansea Univer- sity, Swansea, UK)	A review. The removal of some heavy metals Cu (II), Cd(II), Mn(II), Pb(II) As(III), and As(V) from water soln. using absorption and nanofiltration membrane techniques is presented. The influence of temp., sorbent mass, soln. pH, flow rate and sorbent chem. modification in the adsorption process are discussed.
4.	Кинле Х., Бадер Э.	Активные угли и их промышленное применение	Перевод с немецкого	Подробно описаны структура и свойства углеродных адсорбентов, показаны методы исследования их характеристик в зависимости от условий применения. Приведены сведения по

				<p>теории адсорбционных процессов и технологии производства активных углей.</p> <p>Предназначена инженерно-техническим и научным работникам химической и смежных отраслей промышленности, занятым в области сорбционной техники, полезна студентам и преподавателям вузов.</p>
5.	T.A Johnson, N Jain, H.C. Joshi, S.Prasad	Agricultural and agro-processing wastes as low cost adsorbents for metal removal from wastewater. A review	Division of Environmental Sciences, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi	Modified materials – adsorbents
6.	Л.П. Тихонова, И.П. Сварковская, Ю.А. Тарасенко	Сорбционно-каталитическое определение микроколичеств палладия и его химического состояния на поверхности углеродных адсорбентов	Институт сорбции и проблем эндоэкологии, НАН Украины Институт Физико-Органической Химии и Углекимиим им. Л.М. Литвиненко, НАН Украины Факультет науки и технологии, Новый Университет Лиссабона, Португалия	Исследовано сорбционное извлечение микроколичеств палладия(II) природными и синтетическими углями из солянокислых многокомпонентных модельных и технологических растворов и установлено, что палладий(II) полностью и селективно отделяется от ионов сопутствующих тяжелых металлов. Показано, что каталитическое действие микроколичеств палладия на углеродных адсорбентах в реакции окисления хлорид-ионов марганцем(III) относится к его поверхностным хлоридным соединениям. Найденный эффект предложен для предварительной оценки химического состояния палладия на поверхности носителя и разработки сорбционно-каталитического метода определения микроколичеств палладия.
7.	Shamo, James Martin	Anti-oxidation coatings for carbon composite disks used in aircraft brakes	Honeywell International Inc., USA). U.S. Pat. Appl. Publ. US 20110020553 A1 27 Jan 2011, 5pp.	Anti-oxidn. coatings for carbon composite disks are produced by applying an antioxidant coating having a pigmentation on the non-friction surfaces of the carbon composite disk to create an antioxidant-coated carbon composite disk, and then drying the antioxidant-coated carbon composite disk.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Кулов Н.Н.	Очистка воды: состояние и перспективы	ИОНХ им. Курнакова Москва	Монография
2.	Смирнов А.Д.	Сорбционная очистка воды	Изд. «Химия», 1982. – 168 с.	Посвящена очистке и доочистке природных и сточных вод от токсичных и многокомпонентных органических загрязнений на природных сорбентах и активных углях. Значительное внимание уделено регенерации сорбентов и способам утилизации ценных продуктов, извлеченных из сточных вод. Описаны современные методы восстановления сорбентов, аппаратурное оформление сорбционных и регенерационных процессов, приведены экономические данные.
3.	Фенелонов В.Б.	Пористый углерод. – Новосибирск, 1995. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2004. С. 440С. 513.	ИК СО РАН Новосибирск	Монографии
4.	Левченко Л.М.	Способ получения углеродсодержащего сорбента для извлечения ртути	ИНХ СО РАН Новосибирск	Разработаны научные основы технологий очистки сточных вод от примесей тяжелых металлов, токсикантов на модифицированных углеродных сорбентах. Разработаны способы получения сорбентов по заданному

		Патент РФ № 2264856, 2005 Способ утилизации ртутьсодержащих отходов Патент RU 2400 545 С, 2010 Дисс. д-ра хим.наук, 2006		компоненту (благородные металлы, щелочные и щелочноземельные металлы)
5.	Золотов Ю.А.	Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов.	ИОНХ им. Н.С. Курнакова	В монографии приведены характеристики органических и неорганических сорбентов, сведения об их получении, свойствах и прежде всего о сорбции на них ионов элементов, комплексных и органических соединений
6.	Марченко Л.А. Марченко А. А. Боковикова Т. Н. и др	Основы синтеза модифицированных сорбентов и обоснование процесса сорбции ионов тяжелых металлов из сточных вод промышленных предприятий	Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия	Оценена сорбционная емкость сорбентов и проанализированы факторы, на нее влияющие, подобраны оптимальные условия проведения процесса сорбции в зависимости от условий и характера объектов очистки. Рассмотрена возможность доочистки нефтесодержащих вод от ионов тяжелых металлов синтезированным неорганическим сорбентом
7.	Е. С. Климов М. В. Бузаева	Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод	Ульяновский государственный технический университет – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.	Рассмотрены физико-химические и экологические аспекты очистки сточных вод от основных и наиболее опасных для окружающей среды загрязнителей – нефтепродуктов и тяжелых металлов с использованием природных сорбентов и комплексонов. Предложенные технологические решения по обезвреживанию и утилизации производственных сточных вод с использованием природных сорбентов и комплексонов позволяют получать очищенную до необходимых нормативов воду, возвращать в технологический цикл ценные исходные компоненты

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Журнал физической химии		Публикует оригинальные статьи, обзоры, краткие сообщения, аннотации статей, депонируемых в ВИНТИ, и письма по химической термодинамике, кинетике, катализу, хроматографии, фотохимии, строению вещества, теории растворов, квантовой химии, молекулярной статистике и др.
2.	Журнал неорганической химии	<a href="http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=nergkhim">http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=nergkhim</a>	Тематика журнала: синтез и свойства неорганических соединений, координационные соединения, высокотемпературные сверхпроводники, физикохимический анализ неорганических систем, физические методы исследования и физическая химия растворов. Регулярно появляются тематические обзоры, рецензии на книги и сообщения о конференциях. Срок публикации: 8-10 месяцев.
3.	Журнал Химия в интересах устойчивого развития	<a href="http://www.sibran.ru/journals/Chur/">http://www.sibran.ru/journals/Chur/</a>	В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения.
4.	Журнал прикладной химии	<a href="http://www.chemjournals.net/main/mjac.htm">http://www.chemjournals.net/main/mjac.htm</a>	Являясь сегодня единственным в России журналом широкого профиля в области прикладной химии, ЖПХ публикует результаты исследований в различных областях химии и химической технологии в виде статей и обзоров с четко выраженным прикладным характером.
5.	Цветные металлы	<a href="http://www.rudmet.ru/catalog/journals/4/">http://www.rudmet.ru/catalog/journals/4/</a>	Российский ежемесячный журнал, посвященный вопросам цветной металлургии(экономика и управление производством, обогащение, тяжёлые, благородные, лёгкие цветные металлы,редкие металлы, углеродные материалы, композиционные материалы, наноструктурированные металлы и материалы, радиоактивные элементы, металлообработка, автоматизация).

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Demirbas A.	Sirnak University, Turkey	adsorption
2.	Ahmad Anees	Aligarh Muslim University, India	adsorption, ion exchange, supercritical carbondioxide extraction, environmental pollution, management & treatment technologies, computer simulation and modeling
3.	Bae Tae-Hyun	Nanyang Technological University (NTU), Singapore	adsorption, zeolites, metal-organic frameworks, co2 capture, water treatment
4.	Bao Zongbi	Zhejiang University, ZJU, China	adsorption and separation, metal-organic frameworks, chiral chromatography, hybrid materials
5.	Carrott Peter	University of Evora ; University of Evora, Portugal	adsorption, carbon aerogels, activated carbon, gas separation

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Тарасова Н.П. чл.-кор. РАН	РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва	Зеленая химия в контексте устойчивого развития (2011, Волгоград)
2.	Буслаева Т.М.	МИТХТ Москва	Сорбция платиновых металлов
3.	Земскова Л.А.	Институт химии ДВО Владивосток	Модифицированные углеродные волокна: сорбенты, электродные материалы, катализаторы
4.	Домрачева В. А	Иркутский государственный технический университет Иркутск	Адсорбционное извлечение ионов тяжелых металлов углеродными сорбентами в статических условиях
5.	Левченко Л. М.	ИНХ СО РАН, Новосибирск	Адсорбционное извлечение ионов тяжелых металлов, токсикантов, благородных металлов модифицированными углеродными сорбентами
6.	Бейлина Н.Ю.	Открытое акционерное общество	углеродные молекулярные сита
7.	Мухин В.М.	г.Электросталь, Моск. обл.	производство активированных углей, разработка технологий

8.	Ткачев А. Г.	г. Тамбов	Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение
9.	Золотов Ю.А., академик	ИОНХ, Москва	Сорбционное концентрирование микропримесей

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Адсорбенты	Adsorbents	Высокодисперсные природные или искусственные материалы с большой удельной поверхностью, на которой происходит адсорбция веществ из соприкасающихся с ней газов или жидкостей.
2.	Сорбенты (от лат. sorbens – поглощающий)	Sorbents	Твердые тела или жидкости, избирательно поглощающие (сорбирующие) из окружающей среды газы, пары или растворённые вещества
3.	Хемосорбент	Chemisorbent	Твердое тело поглощающее адсорбат с образованием нового химического соединения
4.	Адсорбция	adsorption	Изменение (обычно – повышение) концентрации вещества вблизи поверхности раздела фаз («поглощение на поверхности»). В общем случае причина адсорбции – нескомпенсированность межмол. сил вблизи этой поверхности, т.е. наличие адсорбц. силового поля. Тело, создающее такое поле, называется адсорбентом, вещество, молекулы которого могут адсорбироваться, – адсорбтивом, уже адсорбированное вещество – адсорбатом. Процесс, обратный адсорбции, называется десорбцией.
5.	Мезопористый углерод	mesoporous carbons	Пористый материал, структура которого характеризуется наличием полостей или каналов с диаметром в интервале 2–50 нм.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Разработка функциональных наноструктурированных химических продуктов и материалов	ОАО «Корпорация «Росхимзащита» г. Тамбов	В течение последних 10-15 лет в проводятся исследования в направлении создания наноматериалов и химических продуктов для разработки и производства нового поколения СХЗМ и СЖО, которые находят применение в самых различных областях техники и технологий – от исследования глубин мирового океана и до обеспечения жизнедеятельности экипажей космических кораблей и станций в условиях длительных орбитальных экспедиций. В перспективе область практического использования современной сорбционной техники будет еще шире.
2.	Технологическая схема с использованием оригинального метода десорбции – процесс «уголь в пульпе»	Иргиредмет, Иркутск	Технология внедрена: – на месторождении «Валунистое» (артель старателей «Чукотка») – для извлечения золота из руд; – на обогатительном комплексе «Надежный» (АК «Алданзолото») – для извлечения золота из растворов кучного выщелачивания; – в АО «Первомайка», в цехе гидрометаллургии рудника Холбинский (Самартинская ЗИФ, ОАО «Бурятзолото») – из флотоконцентратов; – а также на Комсомольской ЗИФ, Ново-Кочкарской ЗИФ, Коммунарской ЗИФ, ЗИФ рудника «Рябиновый», ЗИФ рудника «Тас-Юрях», ЗИФ ОАО «Васильевский Рудник», ЗИФ ЗАО «Высочайший», АО «Первомайка», на месторождении Агинское, месторождении «Воронцовское», в цехе гидрометаллургии рудника «Холбинский», на обогатительном комплексе «Надежный» и др. По угольно-сорбционной технологии проектируются предприятия на месторождениях «Дарасун», «Агинское», «Воронцовское», «Куранах» и другие. Разработана конструкторская документация на установки для

			<p>десорбции золота с угля производительностью 0,7; 1,5; 3,0 т/сут, электролизеры для извлечения металлов из щелочных элюатов ГНЦ-20 и ГНЦ-40М, сорбционные колонны для извлечения металлов из растворов производительностью 50; 100; 200 м3/сут. Совместно с НПО «Неорганика» синтезированы эффективные угольные сорбенты и организовано производство отечественных активных углей для извлечения золота из пульп (АГ-90, АГ-95). Разработана, испытана и внедрена технология термической реактивации активных углей с использованием барабанных вращающихся печей.</p>
3.	Технология очистки промышленных стоков	ОНИЛ Водоснабжения и водоотведения	<p>Адсорбент позволяет в корпусе одного фильтра создать условия для осаждения катионов тяжелых металлов (никель, свинец, марганец, медь, хром 3+, железо, цинк, кадмий и др.), гуминовых веществ, а также нефтепродуктов. При этом достигается снижение концентраций по сравнению с исходной водой в десятки и сотни раз. Адсорбент может быть регенерирован и активирован непосредственно в фильтре без использования кислот или других агрессивных веществ неограниченное число раз, что значительно упрощает аппаратное оформление и удешевляет технологию. Ниже приведены данные по применению алюмосиликатного</p>
4.	Технология очистки промышленных стоков от солей тяжелых металлов.	ООО «Экосервис» (г.Смоленск)	<p>Технология позволяет снимать весь спектр тяжелых металлов в одной сорбционной колонне, что значительно упрощает и удешевляет весь процесс очистки.</p> <p>В качестве загрузки используется сорбент собственного производства – КФГМ-7, который, благодаря низкой истираемости, простой регенерации, высокой сорбционной емкости и длительному сохранению сорбционных свойств, позволяет предприятию экономить значительные денежные средства.</p> <p>Экономический эффект от внедрения технологии сорбционной очистки определяется следующими факторами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– стоимость сорбента КФГМ-7 ниже стоимости сорбентов аналогичного назначения;</li> <li>– технология дает возможность организовать замкнутый цикл</li> </ul>

			использования воды (т.е. предприятие не оплачивает счета за водопотребление и водоотведение); – сокращается количество используемых реагентов на станции нейтрализации; – предприятие больше не платит штрафы за неочищенные стоки; – повышается экологическая безопасность и эффективность очистных сооружений.
5.	Новые эффективные углеродные сорбенты для извлечения ртути из газовых и жидких сред	ИНХ СО РАН, ОАО НЗХК, Новосибирск	Созданы углеродные сорбенты для селективного извлечения ртути из газовых и жидких сред

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Институт сорбции и проблем эндозекологии, НАН Украины Киев	ул. Генерала Наумова 13, Киев 03164, Украина (Украина)	С использованием селективных неорганических и окисленных углеродных гранулированных сорбентов созданы технологии глубокой очистки технологических растворов и газов, питьевой воды и объектов окружающей среды от нежелательных добавок и экологически опасных загрязнителей.

#### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ОАО «НПП «Радий»	125057, г. Москва, ул. Часовая, д. 28 ИНН 7712001254	Триботехнические составы НИОД Переработка драг металлов

#### 5.4. Сверхвысокотемпературные композиционные материалы на основе систем $ZrB_2-SiC$ и $HfB_2-SiC$

Эксперт: Симоненко Елизавета Петровна.

Ученая степень: кандидат химических наук.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова».

Должность: доцент.

Дополнительные сведения:

- премия Президента РФ в области науки и инноваций для молодых ученых;
- почетная грамота Министерства образования и науки.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В настоящее время наблюдается интенсивное развитие технологий создания ультравысокотемпературных материалов на основе боридов циркония и гафния с добавкой карбида кремния или силицидов тугоплавких металлов, которые считаются перспективными для изготовления термонагруженных узлов летательных аппаратов, в том числе и гиперзвуковых.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Thomas H. Squire, Jochen Marschall	Material property requirements for analysis and design of UHTC components in hypersonic applications	NASA Ames Research Center, MS-234, Moffett Field, CA 94035, United States & b SRI International, 333 Ravenswood Avenue, Menlo Park, CA 94025, United States	Analytical modeling of thermal and mechanical response is a fundamental step in the design process for ultra-high-temperature ceramic components, such as nose tips and wing leading edges for hypersonic applications. The purpose of the analyses is to understand the response of test articles to high-enthalpy flows in ground tests and to predict component performance in particular flight environments. Performing these analyses and evaluating the results require comprehensive and accurate physical, thermal, and mechanical properties. In this paper, we explain the nature of the analyses, highlight the essential material properties that are required and why they are important, and describe the impact of property accuracy and uncertainty on the design process.

2.	Diletta Sciti, Raffaele Savino, Laura Silvestroni	Aerothermal behaviour of a SiC fibre-reinforced ZrB <sub>2</sub> sharp component in supersonic regime	CNR-ISTEC, Institute of Science and Technology for Ceramics, Via Granarolo 64, I-48018 Faenza, Italy & Department of Aerospace Engineering, University of Naples "Federico II" – P.le Tecchio 80, 80125, Naples, Italy	The aerothermal behaviour of a SiC fibre-reinforced ZrB <sub>2</sub> composite machined in a sharp-shaped component with a tip curvature radius of 0.1 mm was investigated using an arc-jet facility. The specimen underwent 4 thermal cycles and the emissivity was evaluated in the temperature range 1000–1700 °C. The temperature profile along the specimen was calculated through computational fluid dynamic (CFD) modelling. The microstructural evolution was compared to a typical ZrB <sub>2</sub> composite containing the same amount of SiC in particulate form, which underwent similar aerodynamic conditions.
3.	Jochen Marschall, Dušan A. Pejaković, Wi	Temperature Jump Phenomenon During Plasmatron Testing of ZrB <sub>2</sub> -SiC Ultrahigh-Temperature Ceramics	SRI International, Menlo Park, California 94025 & Missouri University of Science and Technology, Rolla, Missouri 65409 & von Kármán Institute for Fluid Dynamics, 1640 Rhode-St-Genèse, Belgium	The performance of ZrB <sub>2</sub> -SiC ultrahigh-temperature ceramics in subsonic high-enthalpy dissociated airflows was investigated in the 1.2MW Plasmatron facility at the von Karman Institute for Fluid Dynamics. Samples were sequentially exposed to low and high heat flux conditions during a single test run. Under certain high heat flux conditions, a rapid and spontaneous rise in sample surface temperature was observed under constant freestream conditions. The temperature jump seems associated with a transition in surface chemistry that leads to the loss of protective silica glass and substantially increases the chemical component of heat flux delivered to the surface.
4.	Ning Li, Ping Hu, Xinghong Zhang, Yingzhi Liu, Wen	Effects of oxygen partial pressure and atomic oxygen on the microstructure of oxide scale of ZrB <sub>2</sub> -SiC composites at 1500°C	National Key laboratory of Science and Technology on advanced composites in Special Environments, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, P.R. China & Beijing Xinghang Mechanic	The oxidation behaviour of ZrB <sub>2</sub> -20 vol.% SiC composites was investigated based on the microstructural evolution of oxide scale under different oxygen partial pressures at 1500°C, and the similar experiment was performed in atomic oxygen for comparison. The thickness of the oxide scale increases first and then gradually decreases as the pressure decreases, which is strongly dependent on both total pressure and oxygen partial pressure. The atomic oxygen significantly enhances the oxidation of ZrB <sub>2</sub> -SiC composites, but has little effect on the microstructure of oxide scale. The oxidation mechanism of ZrB <sub>2</sub> -SiC composites is also discussed in detail.

			cal & Electric Equipment Plant, Beijing 100074, P.R. China	
5.	M. Gasch, D. Ellerby, E. Irby, S. Beckman, M. Gusm	Processing, properties and arc jet oxidation of hafnium diboride/silicon carbide ultra high temperature ceramics	ELORET Corporation, 690 W. Fremont Ave., Sunnyvale, CA 94087, USA & NASA, Ames Research Center, MS 234-1, Moffett Field, CA 94035, USA & ELORET Corporation, 690 W. Fremont Ave., Sunnyvale, CA 94087, USA & NASA, Ames Research Center, MS 234-1, Moffett Fiel	The processing and properties of HfB <sub>2</sub> -20 vol%SiC ultra high temperature ceramics were examined. Dense billets were fabricated by hot-pressing raw powders in a graphite element furnace for 1 h at 2200°C. Specimens were then tested for hardness, mechanical strength, thermal properties and oxidation resistance in a simulated re-entry environment. Thermal conductivity of the current materials was found to be less than previous work had determined while the strength was greater. Oxidation testing of two flat-face models was conducted, at two conditions, for two 10-min durations each. It was concluded that passive oxidation of SiC plays a role in determining the steady-state surface temperatures below 1700°C. Above 1700°C, temperatures are controlled by the properties of a thick HfO <sub>2</sub> layer and active oxidation of the SiC phase.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	В.Г. Севастьянов, Е.П. Симоненко, А.Н. Гордеев, Н.	Получение сверхвысокотемпературных композиционных материалов HfB <sub>2</sub> -SiC и исследование их поведения под воздействием потока	Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва & Московский	С применением метода искрового плазменного спекания получены сверхвысокотемпературные композиционные материалы HfB <sub>2</sub> -SiC (25, 35 и 45 об. % SiC). Моделирование нагрева под воздействием потока диссоциированного воздуха для выбранных образцов с применением индукционного плазматрона ВГУ-4 позволило показать, что материалы не

		диссоциированного воздуха	государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова, Москва	подвергаются разрушению даже в условиях выдержки при температуре поверхности >2000°С (до 2600°С) в течение 11 мин. Совместное использование оптической, сканирующей электронной микроскопии (с EDX-анализом) и компьютерной рентгеновской микротомографии позволило исследовать микроструктуру и состав окисленного слоя до и после нагрева.
2.	Е.П. Симоненко, Д.В. Севастьянов, Н.П. Симоненко,	Перспективные ультравысокотемпературные керамические материалы для авиакосмического применения	Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва & Московский государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова, Москва	Рассмотрены некоторые аспекты теплообмена в условиях взаимодействия деталей с острой передней кромкой с высокоэнтальпийным высокоскоростным потоком диссоциированного воздуха, обоснованы некоторые характеристики материалов, которые необходимо учитывать в первую очередь при прогнозировании поведения материалов, перспективных в качестве компонентов гиперзвуковых летательных аппаратов, затронуты особенности окисления материалов на основе диборидов циркония и гафния, показаны развивающиеся различными группами исследователей способы увеличения окислительной стойкости данных материалов, описаны некоторые работы по изучению поведения образцов под воздействием высокоэнтальпийных потоков диссоциированного воздуха, в том числе с формой, моделирующей острые передние части и кромки крыльев гиперзвуковых летательных аппаратов.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Journal of the European Ceramic Society	<a href="http://www.journals.elsevier.com/journal-of-the-european-ceramic-society/">http://www.journals.elsevier.com/journal-of-the-european-ceramic-society/</a>	Публикует статьи по ультравысокотемпературным материалам и исследованию их свойств.

2.	Journal of the American Ceramic Society	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/%28ISSN%291551-2916/issues">http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/%28ISSN%291551-2916/issues</a>	Публикует статьи по ультравысокотемпературным материалам и исследованию их свойств.
3.	Journal of Thermophysics and Heat Transfer	<a href="http://arc.aiaa.org/loi/jt ht">http://arc.aiaa.org/loi/jt ht</a>	Публикует статьи по ультравысокотемпературным материалам и исследованию их свойств.
4.	Journal of Materials Science	<a href="http://link.springer.com/journal/10853">http://link.springer.com/journal/10853</a>	Публикует статьи по ультравысокотемпературным материалам и исследованию их свойств.
5.	HT-CMC1-8, Международная конференция	<a href="http://www.htcmc8.org/">http://www.htcmc8.org/</a>	Конференция по высокотемпературным материалам, проводится отдельная секция по ультравысокотемпературным материалам, проходит раз в два года, в последний раз прошла в Китае.

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Xinxin Jin, Rujie He, Xinghong Zhang, Ping Hu	Science and Technology on Advanced Composites in Special Environments Laboratory, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, PR China	Изготовление остроконечных изделий ультравысокотемпературных материалов, исследование воздействия потоков диссоциированного воздуха.
2.	Thomas H. Squire, Jerry Ridge	NASA Ames Research Center, MS-234, Moffett Field, CA 94035, United States	Изготовление изделий ультравысокотемпературных материалов, исследование воздействия потоков диссоциированного воздуха.
3.	Frederic Monteverde, Diletta Sciti, Laura Silvestr	National Research Council of Italy, Institute of Science and Technology for Ceramics, Via Granarolo 64, 48018 Faenza, Italy	Изготовление изделий ультравысокотемпературных материалов, исследование воздействия потоков диссоциированного воздуха.
4.	W. G. Fahrenholtz, G. E. Hilmas	Department of Materials Science and Engineering, Missouri University of Science and Technology, Rolla, MO 65409, USA	Термодинамическое моделирование поведения вещества в условиях высоких температур и больших содержаний кислорода в газовых потоках.

5.	Mickaël Playez, Douglas G. Fletcher, Olivier	von Kármán Institute for Fluid Dynamics, 1640 Rhode-Saint-Genèse, Belgium	Исследование взаимодействия материалов с потоками диссоциированного воздуха при ультравысоких температурах.
----	--	---	---

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Севастьянов В. Г.	Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН	Неорганическое материаловедение, наноматериалы
2.	Симоненко Е. П.	Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН	Неорганическое материаловедение, наноматериалы, тугоплавкие карбиды и оксиды

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Сверхвысокотемпературные/ультравысокотемпературные	Ultra-high temperature materials/ceramic (УНТС)	Материалы, предназначенные для работы в экстремальных условиях – при температурах выше 2000°C и под воздействием потом диссоциированного воздуха

#### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.			Вероятно, такие технологии внедрены в Европейских и Американских технологических центрах

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Science and Technology on Advanced Composites in Special Environments Laboratory	Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, PR China (Китай)	Научно-образовательный центр, активно развивающий материаловедческие дисциплины.
2.	NASA Ames Research Center	MS-234, Moffett Field, CA 94035, United States (США)	Научно-образовательный и технологический центр, проводит космические исследования, разработки материалов и перспективной техники.
3.	SRI International	333 Ravenswood Avenue, Menlo Park, CA 94025, United States (США)	Крупный научный центр по материаловедению.
4.	National Research Council of Italy, Institute of Science and Technology for Ceramics	Via Granarolo 64, 48018 Faenza, Italy (Италия)	Научно-образовательный центр, ведется разработка перспективных керамических материалов и изделий на их основе.
5.	Department of Aerospace Engineering, University of Naples "Federico II," P.le Tecchio 80	80125, Naples, Italy (Италия)	Научно-образовательный центр, ведется разработка авиакосмических материалов.
6.	Air Force Research Laboratory, Materials and Manufacturing Directorate	Wright-Patterson AFB, Ohio 45433-7817 (США)	Исследовательский центр ВВС США, ведутся разработки новых материалов и изделий.
7.	CNR-ISTEC, Institute of Science and Technology for Ceramics	Via Granarolo 64, I-48018 Faenza, Italy (Италия)	Крупный научный центр по материаловедению.
8.	von Kármán Institute for Fluid Dynamics	1640 Rhode-Saint-Genèse, Belgium (Бельгия)	Научно-образовательный центр, ведется исследования взаимодействия материалов с потоками диссоциированного воздуха при ультравысоких температурах, и по гидродинамике.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН	119991, г. Москва, Ленинский пр., д. 31 ИНН 7725009701	Научные исследования и разработки технологий, связанных с неорганическими веществами и материалами.
2.	Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН	119526, г. Москва, пр. Вернадского, д. 101, корп. 1 ИНН 7729138338	Исследование взаимодействия плазмы с веществом с применением индукционных плазмотронов, моделирование нагрузки при взлете и посадке летательных аппаратов.
3.	ГНЦ ФГУП «ВИАМ»	105005, Россия, Москва, ул. Радио, д.17 ИНН 7701024933	Разработка авиационных материалов.
4.	ВПК «НПО машиностроения»,	143966, Московская область, г. Реутов, ул. Гагарина, д.33 ИНН 5012039795	Разработка перспективных материалов.

## 5.5. Нанокompозиты на основе модифицированных силикатных частиц

Эксперт: Стойков Иван Иванович.

Ученая степень: доктор химических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Должность: профессор.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Российское химическое общество имени Д.И.Менделеева.

Дополнительные сведения:

– лауреат Государственной премии РТ (2008);

– лауреат Арбузовской премии среди молодых ученых г. Казани 2006 г..

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Органо-неорганические гибридные композитные материалы сочетают свойства полимерной матрицы (гибкость, диэлектрическая проницаемость, химические свойства) и неорганического наполнителя (структурная жёсткость, термостабильность, способность к поглощению различных видов радиационного излучения). В настоящее время нанокompозиты на основе силикатных частиц являются наиболее распространёнными. Как правило, введение силикатных наночастиц в полимерную матрицу приводит к повышению термомеханической стабильности, к снижению терморасширения, остаточного напряжения, повышенной антиабразивной устойчивости, улучшению оптических и электрических свойств; введение силикатных наночастиц, в частности, позволяет достичь более высокой оптической прозрачности.

Кремнийорганические коллоидные структуры привлекают повышенное внимание исследователей благодаря ряду практически полезных свойств, открывающих широкие возможности для создания гибридных органо-неорганических материалов на их основе. Так, они применяются для улучшения термомеханических характеристик полимерных материалов, в частности, для повышения эксплуатационных характеристик топливных мембран, оптических устройств, композитных материалов. Широкое применение коллоидных структур на основе диоксида кремния обусловлено их низкой токсичностью.

Особенно перспективным является создание нанороботов, способных выполнять определенные медицинские операции в теле пациента. Весьма интересны в практическом отношении нанокатетеры, позволяющие эффективно осуществлять диагностику и терапию в кровеносных сосудах и кишечном тракте, а также дозирующие и

распределительные наноустройства, обеспечивающие доставку лекарств, требуемых пациентам. Кроме того, малые размеры микрокомпонентов делают их идеальными для манипулирования биологическими образцами на микроскопическом уровне.

Другой не менее важной областью применения механических наноустройств является экология. В процессе решения экологических проблем эти устройства могут обеспечивать дистанционный мониторинг окружающей среды, включая отбор проб, анализ, обработку результатов и контроль на местности, то есть могут быть использованы для проведения так называемого внелабораторного анализа, позволяющего экономить средства на доставку проб в лабораторию.

Особым разделом наномеханики является наноробототехника. Нанороботы подразделяются на манипуляционные, имеющие разные степени свободы перемещения исполнительных органов, и мобильные, имеющие разные типы подвижного основания (колесные, шагающие, ползающие и т.п.). Особую группу гибридных наносистем образуют сенсоры, действие которых основано на селективном восприятии сигналов различной природы, в том числе биологических, химических, температурных и т.п., и их преобразовании в электрические. Весьма перспективным является создание бионаносенсоров, которые могут не только отслеживать состояние организма, но также, в случае острой необходимости (например, при резком ухудшении состояния здоровья), автоматически выполнять некоторые требуемые действия, например, «обращаться» к врачу и вводить в организм по полученным рекомендациям требуемые лекарства.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Caruso F., Caruso R.A., Möhwald H.	Nanoengineering of inorganic and hybrid hollow spheres by colloidal templating	Max Planck Institute of Colloids and Interfaces, Kantstrasse 55, D-14513 Teltow-Seehof, Germany.	Синтезированы полимерные частицы на основе диоксида кремния с широкой областью применения от медицины, фармацевтики до науки о материалах.
2.	Gangopadhyay R. De A.	Conducting polymer nanocomposites: A brief overview	Saha Institute of Nuclear Physics, 1/AF, Bidhannagar, Calcutta 700 064, India	Неорганические наночастицы различной природы и размеров могут быть комбинированы проводящими полимерами, образуя нанокompозиты с интересными физическими свойствами и важным практическим применением. Технологии синтеза, свойства и применение таких нанокompозитов обсуждаются в обзоре.
3.	Gomez-Romero P.	Hybrid organic-inorganic materials – in search of synergic activity	Institut de Ciència de Materials de Barcelona, Campus UAB, E-08193 Bellaterra, Barcelona (Spain)	Обзор по функциональным гибридным материалам, содержащим проводящие полимеры в комбинации с неорганическими частицами от молекулярных до протяженных фаз, включая кластеры и наноразмерные неорганические частицы. Эти материалы используются в электрокатализе, в различных устройства типа электронного носа, сенсорах и т.д.
4.	Willner I., Baron R., Willner B.	Integrated nanoparticle-biomolecule systems for biosensing and bioelectronics	Institute of Chemistry, The Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem 91904, Israel	Синтез гибридных систем биомолекула-наночастица с уникальными электронными, фотонными и каталитическими свойствами в комбинации со специфическим распознаванием и биокаталитическими свойствами биомолекул.
5.	Newton M.R., Bohaty A.K., White H.S., Zharov I.	Chemically modified opals as thin permselective nanoporous membranes	Department of Chemistry, University of Utah, Salt Lake City, Utah 84112	Проведена химическая модификация опаловых мембран, что привело к увеличению площади поверхности и, следовательно, к увеличению молекулярного потока.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Evtugyn G.A., Younusov R.R., Ivanov A.N.	Cholinesterase Biosensors Based on Screen-Printed Electrodes Modified with Co-Phtalocyanine and Polycarboxylated Thiacalixarenes	ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет	Разработаны новые биосенсоры на ацетилхолинэстеразу, полученные на основе электродов, модифицированных производными тиакаликсарена.
2.	Evtugyn G., Kostyleva V., Sitdikov R., Porfireva A	Electrochemical Aptasensor Based on a Macrocyclic Ligand Bearing Neutral Red	ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет	Разработаны амперометрические аптасенсоры на основе электрополимеризованного нейтральным красным стеклоуглеродного электрода, модифицированного поликарбоксилированным производным тиакаликсарена. Аптасенсоры позволяют определять тромбин с минимальной концентрацией 0.05 нМ.
3.	Vernigorov K.B., Chugunova A.A., Alent'ev A.Y.	Investigation of the structure of a polyimide modified by hyperbranched polyorganosiloxanes	ИНЭОС РАН	Устойчивость материала в действие атомарного кислорода может быть повышена добавлением гиперразветвленного полиорганосилоксана к полиимиду. Показано, что структурные особенности полимера и композита может быть определена сканирующей электронной микроскопией в сочетании с глубоким полимерным травлением плазмой кислорода.
4.	Smits E.C.P., Mathijssen S.G.J., Van Hal P.A., Seta	Bottom-up organic integrated circuits	ИНЭОС РАН	Самосборка – процесс образования упорядоченной надмолекулярной структуры или среды, в которой в практически неизменном виде принимают участие только компоненты (элементы) исходной структуры, аддитивно составляющие или «собирающие», как части целого, результирующую сложную структуру – многообещающая технология для массового производства электроники.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Microporous and Mesoporous Materials	<a href="http://www.journals.elsevier.com/microporous-and-mesoporous-materials/">http://www.journals.elsevier.com/microporous-and-mesoporous-materials/</a>	Журнал охватывает новые и значимые аспекты пористых твердых материалов, которые классифицируются как микропористые (размер пор до 2 нм) и мезопористые (размер пор от 2 до 50 нм)
2.	Tetrahedron	<a href="http://www.journals.elsevier.com/tetrahedron/">http://www.journals.elsevier.com/tetrahedron/</a>	Журнал публикует экспериментальные и теоретические исследования в органической химии и их применении в биорганической химии. Включает работы по органическому синтезу, органических реакциях, механизмах реакции и различных аспектах спектроскопии.
3.	Journal of nanoparticle research	<a href="http://www.springer.com/materials/nanotechnology/journal/11051">http://www.springer.com/materials/nanotechnology/journal/11051</a>	Междисциплинарный журнал по нанотехнологии и наук о наночастицах Включает работы по синтезу самосборке, транспорту, реакционной способности и применению систем, структур и устройств с новыми свойствами полученными с использованием наночастиц.
4.	Silicon	<a href="http://link.springer.com/journal/12633">http://link.springer.com/journal/12633</a>	Междисциплинарный журнал, охватывающий все области исследования, связанные с соединениями кремния.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Илья Жаров	Университет Юты, США	мембраны, каликсарены, синтетические рецепторы, молекулярное распознавание, супрамолекулярная химия
2.	Маркус Антониетти	Max Planck Institute of Colloids and Interfaces, Германия	Пористые материалы, биомиметики, химия материалов
3.	Хельмут Мевальд	Max Planck Institute of Colloids and Interfaces, Германия	Пористые материалы, биомиметики, химия материалов

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Музафаров Азиз Мансурович	ИНЭОС РАН	Кремнийорганическая химия; химия высокомолекулярных соединений; молекулярные нанобъекты: дендримеры, сверхразветвленные полимеры, многолучевые звезды
2.	Стойков Иван Иванович	ФГАОУВПО КФУ	Каликсарены, кремнийорганическая химия, мембраны, синтетические рецепторы, молекулярное распознавание, супрамолекулярная химия
3.	Кочина Татьяна Александровна	Лаборатория кремнеорганических соединений и материалов, Институт химии силикатов РАН	Реакционно-связанные покрытия и композиты, Использование органокремнийфосфатных соединений в качестве компонентов связующих для огнеупоров.
4.	Химич Николай Николаевич	Лаборатория химического синтеза наночастиц и нанокомпозитов, Институт химии силикатов РАН	Золь-гель синтез наночастиц, органо-неорганических и неорганических наногбридов, Создание новых керамических материалов специального назначения

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Биотопливо	Biofuel	Топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов.
2.	Золь-гель процесс	Sol-gel process	Технология материалов, в том числе наноматериалов, включающая получение золя с последующим переводом его в гель, то есть в коллоидную систему, состоящую из жидкой дисперсионной среды, заключенной в пространственную сетку, образованную соединившимися частицами дисперсной фазы.
3.	Темплатный эффект	Template effect	Многokратное увеличение выхода в реакции синтеза супрамолекулярного комплекса за счет введения в реакционную систему темплата.

4.	Каликсарены	Calixarene	Макроциклические соединения, продукты циклической олигомеризации фенола с формальдегидом
5.	Супрамолекулярная (надмолекулярная) химия	Supramolecular chemistry	Междисциплинарная область науки, включающая химические, физические и биологические аспекты рассмотрения более сложных, чем молекулы, химических систем, связанных в единое целое посредством межмолекулярных (нековалентных) взаимодействий.
6.	Молекулярное распознавание	Molecular recognition	Избирательное связывание между двумя или более молекулами за счет нековалентных взаимодействий.
7.	Первапорация	Pervaporation	Технология разделения жидких смесей различных веществ, при которой поток жидкости, содержащей два или более смешиваемых компонента, помещён в контакт с одной стороны с непористой полимерной мембраной или молекулярно-пористой неорганической мембраной (типа цеолитной мембраны), в то время как с другой стороны используется вакуумная или газовая продувка.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	«AgБион – 1», AgБион – 2	АНО «Институт нанотехнологий Международного фонда конверсии»	Дезинфицирующее средство на основе наночастиц серебра. Металлополимерные нанокомпозиты биофильных наночастиц металлов на платформе гиперразветвленных полиэфирополиолов и их функционализированных производных потенциально способны проявлять антимикотическую активность и могут быть использованы в качестве основы высокоэффективного антисептического препарата ветеринарного предназначения, обладающего активностью по отношению к широкому спектру микотических инфекций, низкой токсичностью.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	University of Utah	201 Presidents Cir, Salt Lake City, UT 84112, (США)	Образовательная, инновационная.
2.	Max Planck Institute of Colloids and Interfaces	Potsdam-Golm Science Park Am Mühlenberg 1 OT Golm 14476 Potsdam (Германия)	Академическая, инновационная.
3.	Université Pierre et Marie Curie	4 Place Jussieu, 75005 Paris (Франция)	Образовательная, инновационная.
4.	Institut de Physique et de Chimie des Matériaux de Strasbourg	Campus de Cronembourg 23 rue du Loess – BP 43 67034 Strasbourg Cedex 2 (Франция)	Академическая, инновационная.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова	г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова ИНН 7729082090	Образовательное учреждение
2.	Казанский (Приволжский) федеральный университет	г. Казань, ул. Кремлевская 18, Главное здание КФУ, 420008 ИНН 1655018018	Образовательное учреждение
3.	Российская Академия Наук	Ленинский пр-т, 32а, Москва, 119991 ИНН 7725092435	Исследовательский институт
4.	Санкт-Петербургский государственный университет	199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9 ИНН 7801002274	Образовательное учреждение

## **5.6. Новое поколение функциональных, композиционных и конструкционных материалов с ультрамелкозернистой структурой в инновационных процессах термомодеформационного наноструктурирования**

Эксперт: Чукин Михаил Витальевич.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Должность: проректор по научной и инновационной работе.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- «Почетный прокатчик» президиума МОО «Объединение прокатчиков».
- Председатель диссертационного совета Д 212.111.05 при ФГБОУ ВПО «МГТУ» «Стандартизация и управление качеством продукции (в металлургии). Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».
- Член диссертационного совета Д 212.111.01 при ФГБОУ ВПО «МГТУ» «Обработка металлов давлением». Член диссертационного совета Д 212.111.03 при ФГБОУ ВПО «МГТУ» «Технологии и машины обработки давлением».
- Член экспертного совета журнала «Вестник МГТУ» (рекомендован ВАК РФ).
- Член экспертной комиссии журнала «Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия».

Дополнительные сведения: член-корреспондент Академии проблем качества.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В настоящее время один из наиболее прогрессивных и высокоэффективных подходов к повышению комплекса физико-механических и эксплуатационных свойств металлов и сплавов основан на целенаправленном формировании ультрамелкозернистой и наноструктуры материала различными способами.

Комплекс механических и физико-химических свойств материалов в значительной мере определяется фазовым составом и размером основных структурных составляющих. Гарантированное достижение комплекса трудносочетаемых свойств высокого уровня обеспечивается целенаправленным управлением микроструктурой материала на наноразмерном уровне и формированием концентрационных неоднородностей в субмикрообъемах материала на различных этапах производства. По данному вопросу опубликованы большое количество отечественных и зарубежных работ.

Однако, несмотря на многообразие разработок отечественных и зарубежных авторов и высокую эффективность некоторых из них, остаются нерешенными ряд научно-технических и технологических проблем, в том числе:

- жесткие ограничения по исходному химическому и структурно-фазовому составу сплавов, а также форме и геометрическим размерам заготовок из них;
- сложность или невозможность управления, контроля и прогнозирования формируемых структуры и свойств материала;
- необоснованность температурно-скоростных и иных режимов обработки;

– энерго- и материалоемкость производства, а также низкая производительность и экономическая эффективность процессов обработки;

– отсутствие или низкий уровень автоматизации и производительности технологического оборудования для получения материалов с заданной структурой и свойствами и др.;

Указанные проблемы снижают эффективность или исключают возможность массового производства высокотехнологичной продукции с ультрамелкозернистой и наноструктурой в условиях ведущих металлургических предприятий. Широкомасштабное внедрение методов термдеформационного наноструктурирования сдерживается несовместимостью скоростных и деформационных режимов технологических процессов промышленных производств. С этой точки зрения одной из актуальных проблем, решаемых в настоящее время исследователями, является создание таких методов термдеформационного наноструктурирования металлов и сплавов, которые по своим технологическим параметрам и производительности можно было бы адаптировать в действующее промышленное производство.

В качестве новых производственных технологий обработки материалов с применением процессов различной физической природы, обеспечивающих формирование ультрамелкозернистой и наноструктуры в материалах и достижение трудносочетаемых свойств высокого уровня предлагаются следующие:

1. Производство высокопрочной композиционной сталемедной проволоки методом термдеформационного наноструктурирования для инновационного применения и импортозамещения в приборостроении России.

2. Производство ультрамелкозернистой стальной проволоки с повышенными эксплуатационными характеристиками, основанной на применении впервые разработанного процесса деформационного наноструктурирования длинномерных заготовок.

3. Получение ультрамелкозернистых металлов высокоскоростной деформацией.

4. Разработка инновационной технологической схемы производства наноструктурированных стальных заготовок диаметром 10,0 мм с требуемым комплексом высоких механических свойств.

Впервые для достижения высокопрочного состояния и специальных свойств длинномерных заготовок, заготовок большого диаметра, композиционной сталемедной проволоки предполагается комплексное использование современных наукоемких термомодеформационных способов воздействия на структуру углеродистых сталей с формированием в последних наноструктурного состояния. При этом реализация указанного воздействия базируется на применении высокопроизводительных модулей термической и деформационной обработки, отвечающим самым передовым технико-экономическим требованиям современного производства.

Кроме того, для решения задач по достижению необходимого комплекса свойств наноструктурированных сталей в процессах термомодеформационного наноструктурирования эффективно использовать основные положения теории технологического наследования и, в частности, учитывать недетерминированный характер параметров состояния материала. Такой подход позволяет разрабатывать новые технологические мероприятия, направленные на разработку новых методов термомодеформационного наноструктурирования сталей на основе использования существующих методов обработки давлением, а также проектирование технологий стадийной деформационной обработки. Применение механизмов наследственности и изменчивости свойств (признаков) объектов в многостадийных процессах термомодеформационного наноструктурирования, сочетающих методы обработки различной физической природы, будут способствовать выработке эффективных решений по направленному технологическому воздействию на материал с целью формирования в нем требуемого регламентированного уровня свойств.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Deborah D.I. Chung	Структура и обработка композиционного материала	Department of Mechanical and Aerospace Engineering at the University of Buffalo, USA	Рассмотрены ключевые особенности композиционных материалов на примере полимеров для армирующей углеродной фибры. Продемонстрированы методы и пути адаптации конечных эксплуатационных характеристик композитных материалов посредством подбора состава компонентов, их пропорции, распределения, морфологии, степени кристалличности, кристаллографических текстур, а также структур и состава поверхности раздела между компонентами.
2.	ArunShukla, SrinivasanArjunTekalur, Nate Gardner,	Функционирование новых композиционных и многослойных структур под действием нагрузки	Department of Mechanical Engineering and Applied Mechanics, Dynamic Photo Mechanics Laboratory, University of Rhode Island, RI 02881, Kingston	Глава посвящена экспериментальным наблюдениям за сопротивлением различных систем композиционных материалов при нагрузке интенсивным воздушным потоком. Было замечено, что при расслоении стандартного композиционного материала мягким вязкоупругим полимером, он оказывал лучшее сопротивление воздуху, и прослаивание полимера значительно повышало работоспособность при сильном воздушном потоке.
3.	Liang Tian, Alan Russell, Iver Anderson	Основанная на дислокации, укрепляющая модель пластичности градиента напряжения для деформации композиции	Department of Materials Science and Engineering, Iowa State University, 2220 Hoover Hall, Ames, IA, 50011, USA	Деформированные композиции «металл-металл» (DMMCс), полученные интенсивной пластической деформацией двух пластичных металлических фаз, являются высокопрочными, высокоэлектропроводными композитами. В статье предложена модель пластичности градиента напряжения, основанная на плотности дислокаций, чтобы связать эффект градиента напряжения с геометрически необходимыми смещениями, происходящими на поверхности, и лучше описать прочность данных композитов.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Полякова М.А., Гулин А.Е.	Критериальная оценка эффективности непрерывного метода деформационного наноструктурирования проволоки.	ФГБОУ ВПО «МГТУ»	Разработан непрерывный метод деформационного наноструктурирования проволоки на основе совмещения деформаций растяжения и кручения. Разработана модель управления и система критериев оценки эффективности непрерывного метода деформационного наноструктурирования проволоки из высокоуглеродистой стали.
2.	В.Н. Перевезентсев, А.С. Пупинин	Теория аномального роста зерна в субмикроструктурных материалах полученных методами интенсивной пластической деформации	Отделение Нижнего Новгорода, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова, РАН, Россия	Предположен новый подход к описанию аномального роста зерна, основанный на идее перемещения мигрирующих границ зерна в сверхнеравновесном состоянии.
3.	Р.З. Валиев, М.Ю. Мурашкин, А.В. Ганеев, Н.А. Еник	Суперпрочность наноструктурированных металлов и сплавов полученных методом интенсивной пластической деформации	Институт физики и современных материалов, Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия.	Металлы и сплавы полученные методом интенсивной пластической деформации (ИПД) характеризуются не только ультра мелким размером зерна, но и структурными особенностями, такими как неравновесные границы зерна, нанодвойники, сергегация границ зерна и нано частицами.
4.	Е.В. Бобрюк М.Ю. Мурашкин, В.У. Казикханов	Характер старения и свойства ультрамелкозернистого алюминиевого сплава системы Al-Mg-Si	Институт физики и современных материалов, Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия.	Данная работа сфокусирована на изучении особенностей образования ультрамелкозернистой структуры, механических свойствах и электропроводности алюминиевых сплавов системы Al-Mg-Si подвергнутых интенсивной пластической деформации

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова	<a href="http://vestnik.magtu.ru">http://vestnik.magtu.ru</a>	Научный рецензируемый журнал, в котором публикуются результаты прогрессивных научных и проектных работ известных ученых, промышленников, молодых ученых России и зарубежья по широкому спектру исследований в области металлургии, машиностроения, металлообработки и в смежных отраслях.
2.	Metallurgist	<a href="http://www.springerlink.com/content/106487/?p=66c21aeac9504e6c8e473c48">http://www.springerlink.com/content/106487/?p=66c21aeac9504e6c8e473c48</a>	Coverage includes metallurgy of ferrous and nonferrous, rare and precious metals, equipment and automation, work and environmental safety, new inventions and patents, resources and energy savings, quality and certification, and more. Metallurgist is a translation of the peer-reviewed Russian journal Metallurg.
3.	International Journal of Minerals, Metallurgy,	<a href="http://www.springer.com/materials/journal/12613">http://www.springer.com/materials/journal/12613</a>	The journal welcomes articles on the relationships among the processing, structure and properties of minerals, metals, and materials. Specific areas of interest are nanomaterials, new metallic materials, advanced ceramics, metallic matrix composites, functional materials and more.
4.	Journal of Materials Science	<a href="http://www.springer.com/materials/journal/10853?detailsPage=aboutThis">http://www.springer.com/materials/journal/10853?detailsPage=aboutThis</a>	The subjects are seen from international and interdisciplinary perspectives covering areas including metals, ceramics, glasses, polymers, electrical materials, composite materials, fibers, nanostructured materials, nanocomposites, and biological and biomedical materials.
5.	ASC conference	<a href="http://www.asc-composites.org/">http://www.asc-composites.org/</a>	The objectives of the Society are to: 1 Provide a communication forum for the engineering and scientific community in composite materials. (Composite materials are here defined as reinforced materials containing at least two phases: a reinforcing phase and a matrix phase.) 2 Promote the growth of knowledge from interdisciplinary engineering and scientific research in composite materials.
6.	ICCM 2014 : International Conference on Composite Materials	<a href="http://www.netcomposites.com/calendar/iccm-2014-international-conference-on-composite-materials/1328">http://www.netcomposites.com/calendar/iccm-2014-international-conference-on-composite-materials/1328</a>	The XXXV. International Conference on Composite Materials aims to bring together leading academic scientists, researchers and scholars to exchange and share their experiences and research results about all aspects of Composite Materials, and discuss the practical challenges encountered and the solutions adopted.

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. mult.	Technical University Bergakademie Freiberg, Bernhard-von-Cotta-Strabe 4, 09596, Freiberg	Физическое моделирование на испытательном комплексе Gleeble-3800
2.	Prof. Jiri Kliber, MSc., PhD	Technical University of Ostrava, Faculty of Metallurgy and Materials Engineering, 17.listopadu, 70833, Ostrava-Poruba Czech Republic	Обработка металлов давлением
3.	Мануэле Дабала. профессор	Университет г. Падуя (Италия).	Научная деятельность связана с обработкой поверхностей сталей и легких сплавов, коррозией металлов, порошковой металлургией и производством металлических нанопорошков.
4.	Marcin Krapinski D. Sc.	Czestochowa University of Technology, Faculty of Materials Processing Technology and Applied Physics, Al. Armii Krajowej 19, 42-200 Czestochowa, Poland	Обработка металлов давлением
5.	Хенрик Дыя	Czestochowa University of Technology, Faculty of Materials Processing Technology and Applied Physics, Al. Armii Krajowej 19, 42-200 Czestochowa, Poland	Известный в мире специалист в области обработки материалов давления
6.	Ken-ichiro Mori, Dr. Prof.	Toyohashi University of Technology, Department of Mechanical Engineering, Frontier Forming System Laboratory,	Является признанным авторитетом в области математического моделирования процессов обработки металлов давлением, автором многочисленных научных публикаций на эту тему. Инициатор расширения научных контактов между учеными разных стран.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Гун Геннадий Семенович. Профессор	ФГБОУ ВПО «МГТУ»	Теория управления, квалиметрические методы оценки качества продукции, методология оценки качества наноматериалов и нанообъектов.
2.	Корчунов Алексей Георгиевич	ФГБОУ ВПО «МГТУ»	Управление качеством продукции глубокой степени переработки для машиностроения, железнодорожной и строительной отраслей; исследования и разработка процессов обработки металлов давлением с использованием малых пластических деформаций.
3.	Копцева Наталья Васильевна	ФГБОУ ВПО «МГТУ»	Фазовые равновесия и превращения, исследование закономерностей фазовой и структурной наследственности в специальных видах термической обработки высокопрочных ультрамелкозернистых и наносталей, нано- и мембранные технологии
4.	Александр Маркович Глезер	ФГБОУ В Институт металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова при ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина», Москва, Российская Федерация. Национальный исследовательский технологический университет «МИ	Фундаментальные исследования фазовых и структурных превращений в аморфных, нанокристаллических и микрокристаллических металлах и сплавах. Разработка структурных механизмов прочности и пластичности аморфных и наноструктурированных материалов. Изучение основных закономерностей формирования структуры и физико-механических свойств металлических материалов, полученных закалкой из жидкого состояния. Создание структурно-физических основ гигантских (мегапластических) деформаций. Разработка новых конструкционных и функциональных металлов и сплавов на основе железа с использованием принципов оптимального легирования и экстремальных термо-механических воздействий.

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Технологическая наследственность	technological inheritance	Характеризует изменчивость свойств объекта в любой рассматриваемый момент времени и включает данные об информации технологического наследования и эксплуатационной наследственности.
2.	Термодеформационное наноструктурирование	Thermaldeformational nanostructuring	Включает специальный вид термической обработки и пластической деформации, обеспечивающий получение ультрамелкозернистой и наноструктуры материала,
3.	Совмещенный процесс	combined process	Процесс с комбинированным приложением внешней нагрузки, позволяющий существенно расширить технологические возможности традиционных способов обработки металлов давлением.
4.	Интенсивная пластическая деформация	severe plastic deformation	Способ получения беспористых металлов и сплавов с размером зерна около 100 нм, заключающийся в формировании за счет больших деформаций сильно фрагментированной и разориентированной структуры, сохраняющей в себе остаточные признаки рекристаллизованного аморфного состояния
5.	Микроструктура	microstructure	Строение металла или сплава, видимое при больших увеличениях при помощи микроскопа.
6.	Конструкционная сталь	structural steel	Сталь, которая применяется для изготовления различных деталей, механизмов и конструкций в машиностроении и строительстве и обладает определёнными механическими, физическими и химическими свойствами.
7.	Технологический процесс	technological process	Часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. К предметам труда относят заготовки и изделия

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Создание высокотехнологичного производства стальной арматуры для железобетонных шпал нового поколения на основе инновационной технологии термомодеформационнонаноструктурирования	ОАО «ММК-МЕТИЗ»	<p>Производимая в соответствии с разрабатываемой наукоемкой технологией наноструктурированная стальная арматура диаметром 9,6 мм обладает повышенными характеристиками прочности (временное сопротивление разрыву – не менее 1600 МПа; условный предел текучести – не менее 1450 МПа) при сохранении технологического запаса пластичности материала (относительное удлинение при разрыве – не менее 6 %, знакопеременные изгибы на 90° на оправке диаметром 100 мм – не менее 3 раз). Релаксация напряжений за 1000 часов при температуре 20° С и нагружении : не более 4,5%. Длительная прочность при 2•10<sup>6</sup> циклов обработки под нагрузкой : не менее 180 МПа.</p> <p>Такой комплекс потребительских свойств готовой продукции диаметром 9,6 мм – принципиально новый результат, обусловленный формированием нанокристаллической структуры углеродистой стали и не достижимый с использованием традиционных способов обработки, применяемых при изготовлении арматурных изделий различного назначения.</p>
2.	Организация малотоннажного производства наноструктурированных заготовок из многофункциональных сплавов со специальными свойствами	ОАО «Мотовилихинские заводы»	<p>В ходе выполнения комплексного проекта должно быть создано:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– многофункциональные сплавы;</li> <li>– технология производства наноструктурированных заготовок из многофункциональных сплавов со специальными свойствами, далее – технология;</li> <li>– участок по производству заготовок из многофункциональных сплавов со специальными свойствами, отвечающий передовым требованиям эргономики современного производства и обеспечивающий выпуск перспективной высокомаржинальной высокотехнологичной продукции с весом партии от 10 кг.</li> </ul>

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Indian Institute of Technology Bombay	Powai, Mmumbai 400076, India. Email: dean.ir@iitb.ac.in (Индия)	Mechanical Engineering Metallurgical Engineering & Materials Science Physics
2.	Czestochowa University of Technology, Faculty of Materials Processing Technology and Applied Physics	Al. Armii Krajowej 19, 42-200 Czestochowa, Poland. Email: knap@wip.pcz.pl (Польша)	Mechanical Engineering and Computer Science. Production Engineering and Materials Technology
3.	Technical University Bergakademie Freiberg,	Bernhard-von-Cotta-Strabe 4, 09596, Freiberg (Германия)	Факультет машиностроения, производственной техники и энерготехники. Факультет исследования материалов и техники материалов
4.	Toyohashi University of Technology, Department of Mechanical Engineering	Tempaku-cho, Toyohashi, Aichi 441-8580, Japan (Япония)	Mechanical Engineering, Frontier Forming System
5.	Ecole Nationale d'Ingenierus de Saint-Etienne	58, rue Jean Parot-42023 Saint-Etienne cedex 2 – France (Франция)	Diagnostic and Engineering of Industrial Processes

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»	455000, Россия, Челябинская обл., г.Магнитогорск, пр. Ленина, 38 ИНН 7414002238	Научно-исследовательский институт наносталей (НИИ НС) – структурное подразделение МГТУ, занимается организацией и проведением фундаментальных и прикладных исследований, опытно-конструкторских работ в области создания наноматериалов и наносталей.
2.	ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет».	450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, д.12 ИНН 274023747	Научно-технические разработки ведутся при тесной кооперации с НИИ физики перспективных материалов УГАТУ. На кафедре активно разрабатываются методы интенсивной пластической деформации для получения конструкционных

			материалов следующего поколения – наноструктурных металлов и сплавов.
3.	ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Институт физики металлов Уральского отделения Российской академии наук».	620137, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, д.18 ИНН 6660008381	Новые материалы и технологии Физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в т.ч. фуллерены, нанотрубки, графены, другие наноматериалы, а также метаматериалы
4.	Институт цветных металлов и материаловедения ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет».	660025, г. Красноярск, пр. им. газеты «Красноярский рабочий», 95 ИНН 2463011853	Прогрессивные технологии совмещенной обработки цветных металлов и сплавов
5.	Институт металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова при ФГУП «ЦНИИ черной металлургии им. И.П. Бардина».	105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 9/23 ИНН 7701027596	Научно-исследовательский центр по созданию металлургических технологий и новых материалов
6.	ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет».	654007 Россия, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова 42 ИНН 4216003509	Энерго- и ресурсосберегающие технологии нагрева и обработки давлением металлов и сплавов. Создание и применение наноматериалов в металлургии, химической технологии и машиностроении. Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий. Новые металлические материалы и технологии их обработки.
7.	ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей».	Россия, 191015, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 49 ИНН 7815021340	Конструкционные наноматериалы” в Национальной Нанотехнологической Сети (ННС).
8.	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».	117447, г. Москва, ул. Б. Черемушкинская, 14-1-18 ИНН 7706019535	Приоритетными научными направлениями определены: нанотехнологии и новые материалы; энергосберегающие технологии; технологии рационального природопользования; информационные и телекоммуникационные технологии.

## 5.7. Магнитное смазочное масло

Эксперт: Болотов Александр Николаевич.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тверской государственный технический университет».

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– академик Верхневолжской инженерной академии.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Магнитное смазочное масло сочетает в себе антифрикционные и противоизносные свойства высококачественного традиционного масла с ферромагнитными свойствами, обусловленными нанодисперсным наполнителем. Магнитное масло принципиально отличается от известных магнитных жидкостей по составу, структуре и технологии получения устойчивой коллоидной системы. Магнитное масло перспективно применять в прецизионных триботехнических узлах вычислительной техники для повышения их точности и долговечности, в узлах трения машин и механизмов работающих в вакууме (космическая техника, фармацевтическая промышленность), а также для смазки некоторых узлов военной техники, к которым предъявляются специфические требования, например, по виброакустическим параметрам. В настоящее время магнитные смазки, в основном, создают путем введения соответствующих присадок в известные магнитные жидкости, но получить качественные смазочные масла таким путем не удастся из-за их низкой коллоидной стабильности, плохих термоокислительных свойств. Перспективной считается такая технология, которая исходно направлена на получение масла с высокими смазочными и магнитными свойствами, т.е. не имеет ничего общего с тривиальным модифицированием известных коллоидов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Asoke K. Deysarkar	Evaluation of ferrofluids as lubricants Journal of Synthetic Lubrication Volume 5, Issue 2 , pages 105–114, 2008	China	Сделана попытка получить магнитное масло
2.	Stephen Mraz	The attraction of Ferrofluid Bearings. Machine Design, Nov 3, 2005	University of Mining and Metallurgy Krakow, Poland	Эффективность применения магнитной смазки вместо традиционной
3.	Keith, Theo G	Magnetic Fluid Friction and Wear Behavio. Final Report; 18 Apr. – 17 Nov. 1997, 19990009051	NASA Lewis Research Center; Cleveland.	Сравнение свойств магнитных масел и магнитных жидкостей

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Болотов А.Н., Новиков В.В., Новикова О.О.	Магнитное масло для узлов трения, работающих при граничной смазке. -: М.: Машиностроение, 2011. – 9: – стр. 47-52.	Тверской государственный технический университет	Технология получения и свойства магнитного масла
2.	Болотов А.Н., Новиков В.В., Новикова О.О.	Магнитные смазочные масла для применения в различных трибоузлах. Вестник ТвГТУ. – Тверь: 2009. – 14: – стр. 128-132.	Тверской государственный технический университет	Сравнительные свойства магнитных масел

3.	Болотов, А. Н. Триботехника магнитопассивных опор скольжения	[Текст]: монография / А. Н. Болотов, В. Л. Хренов – Тверь: ТГТУ, 2008. – 100 экз. – 124 с	Тверской государственный технический университет	Свойства магнитных масел и их техническое применение
----	---	---	--	--

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Трение и износ	<a href="http://mpri.org.by/editions/friction-a-wear.htm">http://mpri.org.by/editions/friction-a-wear.htm</a>	Международный журнал по трению и смазке

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Angela Hajdu	University of Szeged Department of Physical Chemistry and Material Science	Синтез магнитных жидкостей
2.	Serhat Kucukdermenci	Department of Electrical and Electronics Engineering, Ege University, Bornova 35100, Izmir, Turkey	Синтез магнитных жидкостей

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Болотов А.Н.	Тверской государственный технический университет	Трибология, функциональные материалы
2.	Михалев Ю.О. Щелькалов Ю.Я.	Ивановский государственный энергетический университет	Магнитные материалы, трение, износ

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Магнитное смазочное масло	Magnetic oil	
2.	Магнитная жидкость	Magnetic fluid	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Производство ограниченных партий магнитного смазочного масла	Производство опытных образцов в Тверском государственном техническом университете	Магнитное масло с намагниченностью до 30кА/м и обладающее смазочными свойствами сравнимыми со свойствами хороших трансмиссионных масел

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Ferrotec	<a href="https://www.ferrotec.com/company/about">https://www.ferrotec.com/company/about</a>	Производство магнитных жидкостей различного назначения

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Тверской государственный технический университет	г. Тверь, набережная Афанасия Никитина, д.22 ИНН 6902010135	Научно-образовательная деятельность

**5.8. Многокомпонентные супрамолекулярные структуры, обладающие эффектом памяти в проводимости, на основе новых методов повышения концентрации и скорости рекомбинации носителей заряда в органических полупроводниках при модификации наноразмерными структурами и соединениями**

Эксперт: Бобринецкий Иван Иванович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МИЭТ».

Должность: ведущий научный сотрудник.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Органические полупроводниковые материалы более десяти лет являются перспективными материалами для изготовления новых электронных устройств (систем обработки информации, светоизлучающими устройствами, элементов фотовольтаики). Однако низкая эффективность транспорта носителей заряда ограничивает их массовое внедрение.

Новые технологические процессы позволяют повысить эффективность транспортных систем за счет введения металлоорганических соединений, углеродных или иных высокопроводящих нанокластеров. Также новые методы предлагают организацию принципиально новых механизмов передачи и хранения информации за счет обеспечения новых (квантовых) эффектов в области молекулярных контактов.

Существующие на данный момент технологии, такие как органические светоизлучающие диоды активно находят свое применение в мобильных приложениях, тем не менее уровень технологии, ее высокая себестоимость а также нерешенные технологические проблемы в настоящий момент делают технологию неконкурентоспособной с имеющимися аналогами. Использование новых методов поможет снизить технологические риски, и дадут качественный скачок в массовом распространении технологии.

Использование наноструктурированных композитов в области органической (полимерной электроники) позволяет повысить соответствующие характеристики в областях применения получаемого материала. В частности, использование фуллеренов, как источников дополнительного заряда позволяет повышать КПД устройств фотовольтаики на основе органических полупроводников. С другой стороны, использование прозрачных проводящих пленок на основе

углеродных нанотрубок в качестве катодов позволяет повысить механические свойства, а также коэффициент излучательной рекомбинации в органических светоизлучающих диодах. Также для улучшения КПД устройств фотовольтаики и оптоэлектроники применяется методика добавления органо-металлических комплексов. В области процессов обработки информации использование проводящих кластеров позволяет повысить быстродействие ионного обмена в проводящих системах и эффективную подвижность носителей заряда.

Методы включают в себя новые принципы и технологии формирования систем обработки информации с использованием переключаемых молекулярных систем на основе органических и биологических молекул, как элементов передачи, хранения и обработки информации. В связи с этим возникает возможность разработки соответствующих материалов, обеспечивающих, как возможность реализации активных функций, так и изменение свойств систем в зависимости от внешнего воздействия. Одним из таких направлений являются системы на основе нанокompозитных органических (в том числе полимерных) материалов. В частности, уменьшение спонтанной (тепловой) перестройки молекулярных каналов может быть реализовано при создании функциональной связи молекул с внешней средой или основанием, обладающими на порядок меньшими колебаниями решетки (структуры).

Развитие технологии и общая тенденция на миниатюризацию электронных устройств привели к возникновению целого технического направления в управлении транспортными свойствами отдельных молекул или молекулярных проводников. Одним из ключевых результатов, в области изучения молекулярных систем является возможность управления проводимостью одиночного молекулярного канала посредством приложения неразрушающих электрических напряжений. Этот эффект может быть использован для создания принципиально новых элементов памяти и логических устройств на их основе.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	N. C. Greenham	Polymer solar cells.// Philosophical Transactions of the Royal Society a-Mathematical Physical and Engineering Sciences 2013 371(1996): 20110414.	Optoelectronics Group, Cavendish Laboratory, University of Cambridge	This article reviews the motivations for developing polymer-based photovoltaics and describes some of the material systems used.
2.	Aradhya S.V., Venkataraman L.	Single-molecule junctions beyond electronic transport Nature Nanotechnology 2013. 8, 399–410.	Department of Applied Physics and Applied Mathematics, Columbia University	We present the emerging methods being used to interrogate multiple properties in single molecule-based devices, detail how these measurements have advanced our understanding of the structure – function relationships in molecular junctions, and discuss the potential for future research and applications.
3.	M. A. McCarthy, B. Liu, E. P. Donoghue, I. Kravchenko, D. Y. Kim, F. So, A. G. Rinzler	Low-Voltage, Low-Power, Organic Light-Emitting Transistors for Active Matrix Displays	Department of Physics, University of Florida	Here we demonstrate an organic channel light-emitting transistor operating at low voltage, with low power dissipation, and high aperture ratio, in the three primary colors. The high level of performance is enabled by a single-wall carbon nanotube network source electrode that permits integration of the drive transistor and the light emitter into an efficient single stacked device.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	И.А. Белогорохов, Е.В. Тихонов, М.А. Дронов, Ю.В. Рябчиков, Н.В. Пашкова, Е.И. Кладова, Л.Г. Томилова, Д.Р. Хохлов.	Исследование транспортных свойств органических полупроводников на основе дифталоцианиновых и би- трифталоцианиновых комплексов европия, ФТП, 45, 11, 1514-1519 (2011).	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова	В работе исследованы транспортные свойства органических полупроводников дифталоцианина и би-трифталоцианина европия с орто-бис(оксометил)фенильным мостиком, а также динафталоцианина европия и эрбия. Установлено, что для низкотемпературного активационного участка ионы лантанида и их связь с лигандом вносят доминирующий вклад в проводимость исследуемых структур
2.	Бочкарев М.Н., Витухновский А.Г., Каткова М.А.,	«Органические светоизлучающие диоды (OLED)», Деком, Нижний Новгород, 2011. – 386 с.	Лаборатория полиядерных металлорганических соединений, Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева	Монография посвящена органическим светоизлучающим диодам – устройствам преобразования электрической энергии в световую, получившим название OLED. Рассматриваются физические процессы, протекающие в органическом полупроводниковом материале при пропускании через него электрического тока.
3.	Берзина Т.С., Горшков К.В. Ерохин В.В., Неволин В.К., Чаплыгин Ю.А.	Исследование электрических свойств органических мемристоров на основе тонких пленок полианилин –графенов // Микроэлектроника. – М.: 2013. – Том 42. – № 1. – С. 56–61.	Научно- образовательный центр «Зондовая микроскопия и нанотехнология», Национальный исследовательский университет МИЭТ	Исследована возможность интеграции графеновых пленок с применением метода Ленгмюра–Шефера в структуру рабочего канала органического мемристора. Проведен анализ изменения электрических характеристик мемристорных структур при наличии графенов в рабочем канале элемента

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Organic Electronics	<a href="http://www.journals.electronicsonline.com/organic-electronics/">http://www.journals.electronicsonline.com/organic-electronics/</a>	Журнал, посвящен органической электронике
2.	Journal of Polymer Science	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/polb.v50.15/issuetoc">http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/polb.v50.15/issuetoc</a>	Журнал, посвящен физике полимеров, в том числе электронным свойствам

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	R. Friend	University of Cambridge	Полимерная электроника, фотовольтаика
2.	V. Erokhin	Parma University	Органические мемристоры

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Бочкарев М.Н.	Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева	Органические светоизлучающие диоды
2.	Белогорохов И.А.	МГУ	Органические композиты

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Дополнительная функционализации поверхности	Surface functionalization	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Новые методы повышения концентрации и скорости рекомбинации носителей заряда в органических полупроводниках при модификации наноразмерными структурами и соединениями	МИЭТ, Россия	Увеличение КПД фотопреобразователей при внедрении углеродных нанотрубок в 2 раза.
2.	Новые методы повышения концентрации и скорости рекомбинации носителей заряда в органических полупроводниках при модификации наноразмерными структурами и соединениями	МИЭТ, Россия	Повышение подвижности носителей заряда в органических полимерах при создании ориентированных молекулярных каналов
3.	Новые методы повышения концентрации и скорости рекомбинации носителей заряда в органических полупроводниках при модификации наноразмерными структурами и соединениями	Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева, Россия	Повышение эффективности свечения органических светодиодов более чем в 2 раза при легировании соединениям редкоземельных металлов

4.	Новые методы формирования многокомпонентных супрамолекулярных структур обладающих эффектом памяти в проводимости.	МГУ, Россия	Повышение времени хранения информации в молекулярных композитах за счет формирования молекулярных каналов
----	---	-------------	---

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Optoelectronics Group, Cavendish Laboratory, University of Cambridge	Великобритания	Органические и полимерные компоненты электроники и фотовольтаики. Основали ряд компаний, в том числе Plastic Logic
2.	BASF Open Organic Electronics Research Laboratory	Германия	Внедрение новых технологий создания элементов органических светодиодов

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ФИАН	Москва, Ленинский пр., д.53 ИНН 7736037394	Оптическая спектроскопия
2.	МГУ	119991, Москва, Москва, Ленинские горы, д.1	Органические и молекулярные структуры
3.	МИЭТ	Москва, Зеленоград, 4806-й проезд, д.5 ИНН 7735041133	Молекулярная электроника
4.	Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева	Нижний Новгород, ул. Тропинина, д. 49 ИНН 5261012465	Светоизлучающие диоды

## **5.9. Создание мезоскопически-неоднородных n-компонентных сред с Ян-Теллеровскими ионами с гигантскими макроскопическими откликами, магнитоэлектрические взаимодействия, активные материалы**

Эксперт: Резниченко Лариса Андреевна.

Ученая степень: доктор физико-математических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: Научно-исследовательский институт физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет».

Должность: заведующий отделом активных материалов НИИФ.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- член редакционной коллегии журнала «Конструкции из композиционных материалов»;
- член Диссертационного Совета Д 212.208.05 по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния;
- член секции Научного Совета РАН по физике конденсированных сред.

Дополнительные сведения:

- почётный работник высшего профессионального образования РФ (1999 г.);
- изобретатель СССР (1988 г.);
- лучший изобретатель Дона (2009 г.).

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Поскольку возможности поиска и создания новых электрически(магнитно)активных материалов исчерпаны из-за практически полного использования существующих химических основ и способов получения, ограниченности функций монообъектов, актуален переход к n-компонентным мезоскопически-неоднородным средам, сочетающим принципиально разные макроотклики (пьезоэлектрические, магнитные, сегнетоэластические). Наиболее перспективны из них – не содержащие токсичные элементы и имеющие в своем составе Ян-Теллеровские ионы. Однако, их использованию препятствует ряд негативных факторов, связанных с кристаллофизической спецификой таких объектов. Проект, в основном, направлен на исключение этих явлений, что облегчит поиск и создание практически востребованных функциональных материалов. В работе будут: установлены природа и механизмы формирования в глобальных структурах электрически активных веществ (соединений и n-компонентных твердых растворов) с Ян-Теллеровскими ионами состояний с магнитодиэлектрическими взаимодействиями, их влияние на макроотклики объектов; созданы фундаментальные основы процессов структурообразования таких сред с управляемыми (вариацией химического состава и термодинамической предысторией) магнитными и электрическими (диэлектрическими, пьезоэлектрическими, сегнетоэластическими) характеристиками; разработаны новые (патентночистых) нетоксичных термически устойчивых интеллектуальных (функциональных) материалов и экологически «комфортных» условий их получения с целевыми сочетаниями параметров для нужд аэрокосмической отрасли, энергетики, медицины, ИК- и биотехнологий.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	S. Lenjer, O. F. Schirmer, H. Hesse	Reply to “Comment on ‘Conduction states in oxide perovskites: Three manifestations of Ti <sup>3+</sup> Jahn-Teller polarons in barium titanate”	Department of Physics, University of Osnabrueck, Osnabrueck, Germany	A concise overview on the available theoretical and experimental data concerning the structure of oxygen vacancies in the oxide perovskites is given. In this context the statements made in the Comment are discussed.
2.	V. E. Alexandrov, J. Maier	Ab initio study of SrFexTi1-xO3: Jahn-Teller distortion and electronic structure	Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Heisenbergstrasse 1, D-70569 Stuttgart, Germany	We present and discuss first-principles calculations of the Jahn-Teller distortion and the electronic structure of the strontium titanate ferrite solid solution. It is shown that the use of the hybrid Hartree-Fock density functional theory approach with B3PW exchange-correlation functional enables a quantitative description of the experimentally found Jahn-Teller distortion in SrFexTi1-xO3. The results for various iron concentrations 50%, 6.25%, 3.70%, 3.125%, and 1.85% corroborate very recent experimental findings.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Садыков Х.А., Резниченко Л.А., Вербенко И.А.,	Особенности структуры, микроструктуры и диэлектрических спектров феррита висмута при модифицировании оксидными соединениями d-металлов.	НИИ физики ЮФУ	Двухстадийным твердофазным синтезом с последующим спеканием по обычной керамической технологии приготовлены керамики феррита висмута, модифицированного сверхстехиометрически 0.5 мол. % оксидов Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ti, Nb. Выявлены особенности фазообразования изучаемых объектов, микроструктуры керамик, формирования диэлектрических спектров. На основе полученных данных сделано заключение о наибольшей перспективности TiO <sub>2</sub> для модифицирования BiFeO <sub>3</sub> , так как при этом обеспечиваются наименьшее количество примесей и наибольшая плотность образцов, а также минимальность диэлектрической нестабильности в окрестности 100 наибольшая плотность образцов, а также минимальность диэлектрической нестабильности в окрестности 100

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Фазовые переходы, упорядоченные состояния и новые материалы	<a href="http://ptosnm.ru/ru/">http://ptosnm.ru/ru/</a>	Журнал «Фазовые переходы, упорядоченные состояния и новые материалы» – первый в России электронный журнал, посвященный широкому кругу вопросов из области физики конденсированных сред. В нем публикуются результаты оригинальных исследований и обзоры, посвященные актуальным прикладным и фундаментальным вопросам
2.	Журнал	<a href="http://journals.ioffe.ru/ftt/mid=39&amp;lang=ru&amp;limitstart=2">http://journals.ioffe.ru/ftt/mid=39&amp;lang=ru&amp;limitstart=2</a>	Тематика журнала достаточно широка. В нем публикуются экспериментальные и теоретические исследования по металлам, полупроводникам, магнитным кристаллам, ферроэлектрикам, диэлектрикам, сверхпроводникам, суперионикам и полимерам.

3.	Международный молодежный симпозиум	<a href="http://ip.sfedu.ru/index.php?option=com_content&amp;view=category&amp;layout=blog&amp;id=18&amp;Itemid=39&amp;lang=ru&amp;limitstart=2">http://ip.sfedu.ru/index.php?option=com_content&amp;view=category&amp;layout=blog&amp;id=18&amp;Itemid=39&amp;lang=ru&amp;limitstart=2</a>	<p>Международный молодежный симпозиум «Физика бессвинцовых пьезоактивных и родственных материалов. Анализ современного состояния и перспективы развития.».</p> <p>Секция 1. Физические основы создания бессвинцовых материалов с экстремальными электрическими, магнитными, упругими и др. характеристиками.</p> <p>Секция 2. Свойства электродинамически активных бессвинцовых материалов в различных твердотельных состояниях: фазовые состояния, кристаллическая и электронная структуры, макроскопические отклики, поверхностные явления.</p> <p>Секция 3. Нетривиальные взаимодействия между магнитной, электрической и тороидальной (вихревой) подсистемами в бессвинцовых магнитоэлектрических материалах: фазовые переходы (включая индуцированные высоким давлением), физические свойства, «эко»-дизайн полифункциональных сред.</p> <p>Секция 4. Наноструктурированные функциональные материалы, в том числе, типа «оболочка-ядро» («core-shell») с участием наночастиц.</p> <p>Секция 5. Преобразователи и функциональные электронные устройства (моделирование, конструирование, применение) на основе бессвинцовых материалов.</p> <p>Секция 6. Экологические проблемы современной материаловедения.</p>
----	------------------------------------	---	---

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	O. Schumann	II. Physikalisches Institut, Universität zu Köln, Zùlpicher Strasse 77, D-50937 Köln, Germany	local Jahn-Teller picture
2.	D. Phelan	Department of Physics, University of Virginia, Charlottesville, Virginia 22904, USA	Jahn-Teller spin polarons
3.	M. C. Sanchez	Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, Departamento de Física de la Materia Condensada, CSIC-Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, Spain	Highly diluted LaMn <sub>1-x</sub> Ga <sub>x</sub> O <sub>3</sub>

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Гуфан Ю. М.	НИИ физики ЮФУ	Физика твёрдого тела, теория фазовых переходов, твёрдые растворы, теория плавления
2.	Турик А. В.	Физический факультет ЮФУ	Физика твёрдого тела, Максвелл-Вагнеровская релаксация, нелинейные диэлектрики

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Диэлектрический материал	Dielectric material	Материал, предназначенный для использования его диэлектрических свойств
2.	Релаксационная диэлектрическая дисперсия	Relaxation	Диэлектрическая дисперсия, при которой относительная диэлектрическая проницаемость монотонно снижается с ростом частоты
3.	Реверсивная относительная диэлектрическая проница	Reversing relative permittivity	Относительная диэлектрическая проницаемость в переменном электрическом поле при одновременном наложении постоянного или медленно меняющегося электрического поля

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Магнитоэлектрический керамический материал	НИИ физики ЮФУ	Материал характеризуется низкими значениями относительной диэлектрической проницаемости, высокой стабильностью диэлектрических характеристик, отсутствием примесных фаз и структурных неустойчивостей в интервале температур (25-200) °С.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Instituto de Ciencia de Materiales de Aragin, Departamento de Fisica de la Materia Condensada, CSIC-Universidad de Zaragoza	Instituto de Ciencia de Materiales de Arag?n, Departamento de F?sica de la Materia Condensada, CSIC-Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, Spain,	Физика твёрдого тела, магнитоэлектрические явления

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Южный федеральный университет (НИИ физики)	г.Ростов-на-Дону, пр-т Стачки 194 ИНН 6163027810	Физика твёрдого тела

### **Предложения по структуризации проблематики новых производственных технологий.**

1. В предлагаемой группировке производственных технологий отсутствует понятие «Технологическое оборудование», оно заменено более узким понятием «Исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие обработку («выращивание», формирование) материальных изделий (3D принтеры, инфузионные технологии, методы обработки поверхностей, «ростовые» технологии)». Во многих отраслях промышленности разрабатываются более оптимальные методы создания материальных изделий чем предлагаемые в группировке. Поэтому предлагается включить в группировку понятие «технологическое оборудование» вместо понятия «исполнительные механизмы» и расширить часть, посвященную методам получения материальных изделий.

2. Группировка технологий разумна, но полностью отсутствует учет особенностей технологий, связанный с особенностями фазовых трансформаций, происходящих с материалом во время технологического цикла. Грамотный учет позволит целенаправленно получать наперед заданные фазовые состояния конечного продукта. Однако, современные инженеры, включая значительную часть исследователей, еще не имеют достаточной подготовки для целенаправленного создания конечных изделий с наперед заданным фазовым состоянием, зернистостью материала и т.д., поэтому введение новой подгруппы целесообразно после создания технологии целенаправленного получения материалов с заданными параметрами фазового состояния.

3. Для разработки жидкокристаллических материалов энергосберегающих дисплеев и фотонных устройств нового поколения предлагается сформировать отдельное направление «Дисплеи и оптические устройства (проекторы, электронная бумага, перенастраиваемые оптические фильтры, линзы с переменным фокусным расстоянием, модуляторы оптического излучения)».

4. В отечественной практике существуют устоявшиеся подходы к группировке (классификации) производственных технологий: традиционная для техники по производительности; отраслевая (ГРНТИ); по вкладу в конечный продукт, по положению в производственном цикле и т.п.

5. Классификацию технологий целесообразно осуществлять по следующим восьми признакам: отрасль применения, уровень новизны, динамика развития, сфера применения технологии, назначение, отношение к ресурсам, уровень автоматизации, конкурентоспособность.

6. Выбор классификации технологических направлений связан с вопросами анализа на различных уровнях, прогнозирования, интеграции российских компаний в глобальные рынки, кооперации науки и бизнеса.

7. Предлагается рассмотреть в качестве новой перспективной производственной технологии создание мезоскопически-неоднородных  $n$ -компонентных сред с Ян-Теллеровскими ионами с гигантскими макроскопическими откликами, магнитоэлектрические взаимодействия, активные материалы.

## **Предложения по формированию программы государственной поддержки развития нового поколения производственных технологий**

1. Новое поколение производственных технологий, позволяющих получать конечный продукт, должно базироваться на результатах, объединенных базой данных в рассматриваемой области. Эта база данных должна быть реализована в виде программного продукта, позволяющего инженерам находить оптимальные условия для получения изделий с заданными физико-химическими параметрами. Создание базы данных должно стать задачей государственного значения, решение которой должно существенно помочь в создании технологий, опережающих мировой уровень.

2. Программа должна включать в себя создание нескольких отраслевых кластеров, оснащенных и разрабатывающих новое технологическими оборудование для реализации производственных процессов в тесном сотрудничестве с разработчиками. При этом кластеры целесообразно создавать и специализировать по отраслям и территориям уже имеющих традиционных технологий и близости центров компетенции. Так, например, в области органических полупроводниковых материалов: г. Санкт-Петербург (кластер «Органические светодиоды»), г. Зеленоград (кластер «Полимерная электроника»), г. Томск (кластер «Органическая фотовольтаика»).

3. Формирование Федеральной научно-технической программы по приборам фотоэлектроники нового поколения на основе низкоразмерных структур, полученных методом молекулярно-лучевой эпитаксии.

4. Поддержка научных и технологических разработок по указанному направлению.

5. Необходимо разработать методы поддержки развития новых производственных технологий по отдельным отраслям производства.

6. Необходимо включить в программу систему поддержки поисковых исследований, и прикладных исследований связанных с обязательным внедрением новых технологий основанных на ранее проведенных исследованиях.

7. Необходим постоянный выбор и пересмотр перспективных технологий в России в соответствии с постоянно возникающими новыми требованиями общества, так, Правительством России устанавливается, что «Периодическая корректировка приоритетных направлений и перечня критических технологий является одним из важнейших механизмов осуществления государственной научно-технической политики».

8. Необходимо срочно разрабатывать технологии создания ультравысокотемпературных материалов на основе диборидов циркония или гафния с допированием карбидом кремния, включая технологии компонентной базы, выявление наиболее перспективных составов и характеристик материалов – пористости, теплопроводности, трещиностойкости, окислительной стойкости, устойчивости к уносу в потоках диссоциированного воздуха и других газов. Выявление наиболее перспективных методов получения и обработки таких материалов, формирования конкретных изделий.

9. Необходимо сформировать программу государственной поддержки НИР, НИОКР и внедрения технологий получения нанокompозитов на основе модифицированных силикатных частиц. Для этого необходим федеральный центр координации исследований, финансирования и внедрения инновационных научных разработок на основе федерального университета или института РАН.

10. Необходимо разработать отраслевые методы поддержки развития новых производственных технологий. Необходимо включить в программу систему поддержки поисковых исследований, и прикладных исследований связанных с обязательным внедрением новых технологий, основанных на ранее проведенных исследованиях.

11. Основная проблема внедрения перспективных производственных технологических процессов состоит в отсутствии финансирования со стороны отечественных предприятий, которые не поддерживают проведение НИР, а требуют сразу готовое оборудование и отработанные технологии. Ранее часть работ проводилась в отраслевых НИИ, которые в настоящее время отсутствуют. Поэтому отечественные предприятия производят закупку аналогичного импортного оборудования.

12. Отсутствие промышленных институтов и оборудования производства структур органической электроники. Традиционная технология электроники еле жива в России. А именно традиционная электроника способствовала быстрому переходу исследований промышленное производство. Так экспериментальный завод Plastic Logic в Дрездене (Германия) находится в 500 метрах от завода всемирно-известной микроэлектронной корпорации AMD, сотрудники которой были привлечены в создание первого в мире завода полимерной электроники.

13. Отсутствие инструментальной базы трансфера разработок в технологические решения. В настоящий момент мировой рынок оборудования для органического электронного производства только формируется и часть установок, используемых в технологических процессах являются уникальными заказами конкретных фирм-разработчиков. Очевидно, что зарубежные производители не будут передавать свои уникальные разработки в Российскую Федерацию.

14. В ряде случаев требуется отработка технологического процесса производства и организация производственных площадок для выпуска конечного продукта.

15. На сегодняшний день ни в России, ни за рубежом не существует промышленной технологии получения объемных наноструктурных металлов и сплавов конструкционного назначения. Для разработки перспективных технологических процессов на основе новых технологических методов для массового/серийного производства новой промышленной

продукции из объёмно-наноструктурированных конструкционных материалов с повышенной прочностью производственно–технического назначения существует целый ряд проблем, включающих как адресную разработку и адаптацию нанотехнологий к условиям конкретного производителя в соответствии с предъявляемыми к продукции эксплуатационными требованиями, серийностью производства, составом технологического оборудования изготовителей и т. д.

16. Помимо проведения научно-исследовательских работ для понимания физических, химических, механических и др. процессов, происходящих в наноматериалах, как при синтезе, так и при дальнейшей их эксплуатации, которые будут определять конструкционные свойства, существует проблема масштабирования наноматериалов. Как известно, в настоящее время синтезируются наноматериалы с геометрическими размерами, недостаточными для производства конкретных деталей и изделий различных отраслей промышленности.

17. Актуальным остается целый ряд нерешенных задач и проблем. К ним можно отнести:

- широкомасштабное развитие фундаментальных исследований во всех областях науки и техники, связанных с развитием нанотехнологий;

- формирование круга наиболее заинтересованных потребителей, которые могут обеспечить максимальную эффективность применения наноматериалов конструкционного назначения, взамен материалов, получаемых традиционными технологиями. Поскольку на начальном этапе стоимость наноматериалов будет выше, чем у обычных, важно понимание, что более высокая эффективность их применения будет давать более высокую прибыль;

- трансфер лабораторных технологических процессов в производственные технологии;

- разработка новых промышленных технологий получения наноматериалов;

– сертификация качества нанопродукции.

18. Для изготовления элементной базы нанoeлектроники и нанофотоники необходимо внедрение в производственный процесс технологии молекулярно-лучевой эпитаксии.

## **МАТЕРИАЛЫ**

**аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники**

**«Рациональное природопользование»**

**«Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов**

**Федерального реестра»**

# **1 Системы контроля производственных процессов (датчики и соответствующие системы обработки данных, обеспечивающие контроль и регулировку параметров обрабатываемых изделий и технологических процессов)**

## **1.1 Наноионное заводнение**

Эксперт: Ерёмин Николай Александрович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: ФГБУН «Институт проблем нефти и газа Российской академии наук».

Должность: заведующий лабораторией.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Российское газовое общество (РГО);
- Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых (ГКЗ);
- Центральная комиссия по разработке месторождений полезных ископаемых Роснедра (ЦКЗ);
- The Society of Petroleum Engineers (SPE).

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Технология «Наноионное заводнение» представляет собой умную технологию второго поколения для нагнетания водных растворов пластовых наноботов с целью выявления целиков, линз, исследования свойств пластовых флюидов и извлечения остаточной нефти из терригенных коллекторов на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки с развитой инфраструктурой. В настоящее время различные виды микро- и наночастиц широко используются в многих областях науки и производства. Некоторые из применений требуют наличия на их поверхности ультратонкого (порядка нескольких нанометров) однородного покрытия. Традиционный метод осаждения из газовой фазы (CVD) не обеспечивает столь высокую степень конформности и однородности покрытия микро- и наночастиц, более того может вызывать образование примесных частиц осаждаемого вещества и их соединение в конгломераты. В то же время, уже зарекомендовавший себя метод атомно-слоевого осаждения (АСО) позволяет получать однородные покрытия (прежде всего на основе оксидов и нитридов, в том числе и многокомпонентные покрытия) на поверхностях с развитым рельефом, обеспечивая точность задания толщины пленки вплоть до монослоя вещества. В этой связи с целью получения функциональных нанороботов с уникальными характеристиками актуальной задачей является разработка основ технологии АСО оксидных покрытий на поверхность частиц. В рамках темы предполагается проведение серии экспериментов для выявления влияния гидрохимической и литологической среды на эффективность использования наноботов для повышения нефтеотдачи. Теоретически подобная постановка экспериментов обоснована способностью кремнесодержащих наноструктур к адсорбции и транспорту минеральных компонентов, удерживаемых на поверхности пор силами электростатического притяжения. Как следствие, повышаются объемы порового пространства, улучшаются

условия оттока УВ из матрицы нефтемещающих пород. Однако, этот механизм реализуется с разной эффективностью в различных гидрохимических и литологических средах. Проведение запланированного цикла работ позволит уточнить условия наиболее эффективного воздействия кремнесодержащих нанокомпозигов. Он также необходим для того, чтобы снизить материальные затраты на проведение последующих лабораторных и полевых экспериментов по непосредственному заводнению нефтенасыщенных пластов при участии наноботов. Актуальность данных работ обусловлена тем, что создание технологии «Наноионное заводнение» на основе интеграции высокоразвитых технологий второго поколения позволит сделать качественный скачок в увеличении добычи нефти и газа на 10–15% и конечной нефтеотдачи на 5–10%.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Alexander N.Eremin, Anton N.Eremin, Nikolai A.Eremin	Smart Fields and Wells  Publishing Center of Kazakh-British Technical University (KBTU) JSC, Almaty ISBN 978-601-269-053-8	ИПНГ РАН	
2.	O. T. Kasaikinaa, L. M. Pisarenko, V. I. Lesin	Colloidal Catalysts Based on Iron(3+) Oxides.  Peculiarities of Catalyzed Oxidation of Palm Oil, Colloid Journal, 2012, Vol. 74, No. 4, pp. 483–488.	ИПНГ РАН, ИХФ РАН, МГУ им. Ломоносова	Разработан коллоидный катализатор окислительной деструкции высокомолекулярных органических соединений и осуществлен крекинг масла, сопровождающийся снижением молекулярной массы
3.	V.I. Lesin, Yu.A. Koksharov, G.B. Khomutov	Magnetic nanoparticles in petroleum, Petroleum Chemistry, v.50, No 2, p.p. 102-105, 2010	ИПНГ РАН, МГУ им. Ломоносова	Обнаружены наночастицы железа в составе тяжелых фракций нефти, что позволяет осуществлять изменение вязкости за счет внешних физических полей
4.	V.I. Lesin, Yu.A. Koksharov, G.B. Khomutov	Viscosity of liquid suspensions with fractal aggregates: magnetic nanoparticles in petroleum colloidal structures  Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 392 (2011), pp. 88-94	ИПНГ РАН, МГУ им. Ломоносова	Обнаружено, что используя наличие магнитных наночастиц железа в нефти можно снизить вязкость нефти в 2-6 раз

5.	Andrey M. Markeev, Anna G. Chernikova, Anastasya A. Chouprik, Sergey A. Zaitsev, Dmitry V. Ovchinnikov, Holger Althues, and Susanne Dörfler	Atomic layer deposition of Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> and Al <sub>x</sub> Ti <sub>1-x</sub> O <sub>y</sub> thin films on N <sub>2</sub> O plasma pre-treated carbon materials.- J. Vac. Sci. Technol. A 31, 01A135 (2013)		
6.	Alekhin, A.P., Gudkova, S.A., Markeev, A.M., Mitiaev, A.S., Sigarev, A.A., Toknova, V.F.	Structural properties of the titanium dioxide thin films grown by atomic layer deposition at various numbers of reaction cycles.- Applied Surface Science 257 (1) , 2010, pp. 186-191		
7.	Alekhin, A.P., Boleiko, G.M., Gudkova, S.A., Markeev, A.M., Sigarev, A.A., Toknova, V.F., Kirilenko, A.G., Lapshin, R.V., Kozlov, E.N., Tetyukhin, D.V.	Synthesis of biocompatible surfaces by nanotechnology methods.- Nanotechnologies in Russia ,Volume 5, Issue 9-10, 2010, Pages 696-708.		
8.	Alekhin A.P., Lapushkin, G.I., Markeev A.M., Sigarev, A.A., Toknova, V.F.	Atomic layer deposition of the titanium dioxide thin film from tetraethoxytitanium and water.- Journal of Surface Investigation 4 (3) , 2010, pp. 379-383		
9.	Grigal, I.P., Alekhin, A.P., Markeev, A.M., Gudkova, S.A., Chernikova, A.G., Tetyukhin, D.V., Kozlov,	Atomic layer deposition of bioactive TiO <sub>2</sub> coatings for titanium implants- European Cells and Materials 22 (SUPPL.1) , 2011, pp. 27		

	E.N.			
10.	Alekhin, A.P., Gudkova, S.A., Markeev, A.M., Mitiaev, A.S., Sigarev, A.A., Toknova, V.F.	Structural properties of the titanium dioxide thin films grown by atomic layer deposition at various numbers of reaction cycles.- Applied Surface Science 257 (1) , 2010, pp. 186-191		
11.	Grigal, I.P., Markeev, A.M., Gudkova, S.A., Chernikova, A.G., Mityaev, A.S., Alekhin, A.P.	Correlation between bioactivity and structural properties of titanium dioxide coatings grown by atomic layer deposition.- Applied Surface Science 258 (8) ,2012, pp. 3415-3419.		
12.	Alekhin, A.P., Chouprik, A.A., Grigal, I.P., Gudkova, S.A., Lebedinskii, Yu.Yu., Markeev, A.M., Zaitsev, S.A.	Electrical properties of quaternary HfAlTiO thin films grown by atomic layer deposition.- Thin Solid Films 520 (14) , 2012, pp. 4547-4550.		
13.	A.P. Alekhin, A. A. Chouprik, S. A. Gudkova, A. M. Markeev, Yu.Yu. Lebedinskii, Yu.A. Matveyev, and A.V. Zenkevich	Structural and electrical properties of $Ti_xAl_{1-x}O_y$ thin films grown by atomic layer deposition. J.Vac.Sci.Tech. B 29 01 A302 (2011).		
14.	Markeev, A. Chouprik, K. Egorov, Yu. Lebedinskii, A. Zenkevich and O. Orlov	Multilevel resistive switching in ternary $Hf_xAl_{1-x}O_y$ oxide with graded Al depth profile.-Microelectronic Engineering, 2013, V.109. P.342-345.		
15.	V.I. Lesin, Yu.A. Koksharov, G.B.	Viscosity of liquid suspensions with fractal aggregates:	ИПНГ РАН	

	Khomutov	magnetic nanoparticles in petroleum colloidal structures, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 392 (2011), pp. 88-94		
--	----------	---	--	--

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Гаричев С. Н., Ерёмин Н. А.	Технология управления в режиме реального времени. В 2 ч.– М. 2012	МФТИ	Учеб.пособие (на английском языке)
2.	Алехин А.П., Маркеев А.М., Овчинников Д.В., Соловьев А.А., Токнова В.Ф.	Атомно-слоевое осаждение тонких пленок диоксида титана из тетраметоксититана и воды.- Журнал прикладной химии, 2013, № 3		
3.	Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А.	Ресурсно-инновационная модель и решение актуальных проблем разработки месторождений нефти и газа. Нефть. Газ. Новации, 2012, №10.	ИПНГ РАН	
4.	Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А.	Интеллектуальные месторождения – состояние и перспектива. II-ой международной конференции "Интеллектуальные месторождения: мировой опыт и современные технологии", 14-15 мая 2013 г.	ИПНГ РАН	
5.	С.П.Губин, Ю.А.Кокшаров, Г.Б.Хомутов, Г.Ю.Юрков	Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства, Успехи химии, 2005, 74(6), 539-573-обзор		
6.	Лесин В.И., Кокшаров	Магнитные наночастицы в нефти, Нефтехимия, т.50,	ИПНГ РАН	

	Ю.А., Хомутов Г.Б.	№2, 114-117, 2010		
7.	В.И. Лесин, Ю.А. Кокшаров, Г.Б. Хомутов	Магнитные наночастицы в составе агрегатов коллоидных частиц нефти. «Нефтяное хозяйство», 2009 №3, с. 95-97	ИПНГ РАН	
8.	В.И. Лесин, С.В. Лесин,	«Фрактальная» формула зависимости вязкости неньютоновской жидкости от градиента скорости. Нефтяное хозяйство», №3, 2012, с.46-48	ИПНГ РАН	
9.		«Разработка процессов атомно-слоевого осаждения нанослоев многокомпонентных оксидов с высокой диэлектрической проницаемостью» Гос.контракт № П923 от 26.05.2010	ИПНГ РАН	
10.		«Создание наноструктур методом атомно-слоевого осаждения для электроники и медицины» Гос. Контракт №02.740.11.0786 от 24 апреля 2010г	ИПНГ РАН	
11.		«Выбор типа и модели установки атомно-слоевого осаждения и отработка режимов формирования биоактивных анатазных покрытий для медицинских имплантатов» хоз. договор № 232	ИПНГ РАН	
12.		«Создание многокомпонентного тонкопленочного диэлектрика с высокой диэлектрической проницаемостью – основного функционального слоя твердотельного суперконденсатора» Соглашение 14.А18.21.0321	ИПНГ РАН	
13.		Научное обоснование и разработка новых методов освоения природных и техногенных месторождений» Подраздел: Разработка научных основ прогноза сроков обводнения месторождений по гидрогеохимическим данным Программа Президиума РАН (2011-2012)	ИПНГ РАН	Оценка роли природных и техногенных эффектов в формировании пустотного пространства коллекторов
14.		«Механизмы сопряжения тектонического и геофлюидодинамического режимов нефтегазоносных осадочных бассейнов» Проект РФФИ (Россия-Украина)	ИПНГ РАН	Экспериментальные исследования по оценке кремнесодержащих нанороботов в повышению флюидоотдачи глинистых коллекторов
15.		«Комплексный анализ гидродинамических и гидрохимических условий Бованенковского НГКМ и оценка их влияния на емкостно-фильтрационные свойства	ИПНГ РАН	Оценка роли конденсационных вод в растворении силикатных минералов и высвобождении пустотного пространства коллекторов

		продуктивных пластов» Договор с ООО «Газпром добыча Надым» (2008-2010)		
16.		«Разработка методов прогноза, предупреждения и борьбы с солеотложениями на промыслах и нефтяных месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» Договор с Тимано-Печорским филиалом ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» ПечорНИПИнефть (2009)	ИПНГ РАН	Оценка роли техногенного солеотложения в нефтеотдаче пластов и эффективности парагазового воздействия на повышение нефтеотдачи)
17.		Экспериментальное моделирование геохимических процессов между нефтью, нагнетаемой морской и пластовой водой на месторождении им. Ю. Корчагина». Договор ИПНГ РАН с ВолгоградНИПИморнефть» (2011г.)	ИПНГ РАН	Определены основные параметры геохимических взаимодействий морской и пластовой воды в присутствии нефти, геохимические эффекты в поглощающем пласте при различных соотношениях морской и пластовой воды в сточных водах.
18.	ИМПГ РАН	«Математическое моделирование геохимического взаимодействия водовмещающих отложений, морской и пластовой воды в процессе разработки месторождения им. Ю. Корчагина». Договор ИПНГ РАН с ВолгоградНИПИморнефть» (2012 г.)	ИПНГ РАН	Прогноз рисков солеотложения при смешении вод различного генезиса.
19.		«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» поисково-научно-исследовательские работы «Исследование принципов создания системы высокоэффективного интегрированного мониторинга производственных процессов управления разработкой "интеллектуального" месторождения» по теме: «Создание высокоэффективной интегрированной системы мониторинга и управления технологическими процессами разработки «интеллектуальных» месторождений нефти и газа» Государственный контракт № 14.515.11.0048 на выполнение поисковых научно-исследовательских работ в рамках федеральной целевой программы	ИПНГ РАН	

20.	Патенты	<p>1. Патент РФ № 2425715 от 2010 г., Синтез многофункционального катализатора окислительного крекинга органического сырья и его применение</p> <p>2. Патент РФ № 2472254 И от 2011 г. Мемристор на основе смешанного оксида металлов (Патент RU 2 472 254 C1 «Мемристор на основе смешанного оксида металлов» 14,11,2011г.)</p> <p>3. Заявка на патент № 2013117930 «Мемристор на основе смешанного оксида металлов», от 18,04,2013</p> <p>4. Заявка на патент Твердотельный суперконденсатор на основе многокомпонентных оксидов № 2012130518, приоритет 18.07.2012 г.</p> <p>5. Патент РФ 2425715, Синтез многофункционального катализатора окислительного крекинга органического сырья и его применение, Лесин В.И., Писаренко Л.М, Касаикина О.Т.,</p> <p>6. Патент № 2169033, C1 7B 01 D 17/06, Устройство для обработки движущихся нефтегазовых смесей», В.И.Лесин</p> <p>7. Патент 2364472, Органико-неорганические структуры и материалы, содержащие наночастицы благородных металлов и способы их получения, Г.Б.Хомутов</p>		
-----	---------	--	--	--

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Thin Solid Films	<a href="http://www.journals.eievier.com">http://www.journals.eievier.com</a>	Журнал для ученых и инженеров, работающих в областях синтеза тонкой пленки, оптики, электроники.
2.	Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects	<a href="http://www.journals.eievier.com/">http://www.journals.eievier.com/</a>	Журнал посвященный современному изучению коллоидов.

3.	Nanotechnologies in Russia	<a href="http://www.springer.com/">http://www.springer.com/</a>	Публикации по фундаментальным вопросам исследования структуры и свойств наноразмерных объектов и наноматериалов, а также работ, в которых рассмотрены технологии их получения и обработки, практическая реализация изделий и устройств на их основе.
----	----------------------------	---	--

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
-------	-----	-------------	-------------------

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	А.Н. Дмитриевский	ИПНГ РАН	Нанотехнологии в нефтегазовой промышленности
2.	В.И. Лесин	ИПНГ РАН	Нанотехнологии в нефтегазовой промышленности
3.	Н.А. Еремин	ИПНГ РАН	Нанотехнологии в нефтегазовой промышленности

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
-------	-----------------------------------	------------------------------------	----------------------------

#### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Повышение приемистости нагнетательных скважин с помощью магнитных устройств	ИПНГ РАН, НГДУ Иркенефть	Рост приемистости водонагнетательных скважин на 40-100%

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Saudi Aramco	Саудовская Аравия, <a href="http://www.saudiaramco.co">www.saudiaramco.co</a>	Добыча нефти
2.	Massachusetts Institute of Technology, MIT	США, <a href="http://web.mit.edu/">http://web.mit.edu/</a>	Высокие технологии

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ИПНГ РАН	г. Москва, ул. Губкина,3	Нефтегазовая промышленность

## **1.2 Миниатюрные коллективные роботы, построенные на базе МЭМС и НЭМС технологий для контроля эффективности процессов нефтегазодобычи в режиме реального времени**

Эксперт: Ерёмин Николай Александрович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: ФГБУН «Институт проблем нефти и газа Российской академии наук».

Должность: заведующий лабораторией.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Российское газовое общество (РГО);
- Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых (ГКЗ);
- Центральная комиссия по разработке месторождений полезных ископаемых Роснедра (ЦКЗ);
- The Society of Petroleum Engineers (SPE).

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

МЭМС вписывается в ограниченное пространство, такое, как ствол скважины или забойный инструмент, и занимает очень мало места там, где свободное пространство имеет первостепенную важность.

Их потребность в электропитании сравнима с таковой для кремниевых электронных микросхем. Микроэлектромеханические системы (МЭМС) (микро-электро-механические, микроэлектромеханические или микроэлектронные и микроэлектромеханические системы) – это технология очень небольших устройств, объединяющаяся в нано-масштабе и наноэлектромеханические системы (НЭМС) и нанотехнологии. МЭМС состоят из компонентов в пределах от 1 до 100 микрон в размере (например, от 0,001 до 0,1 мм), а МЭМС устройства – в диапазоне размеров от 20 микрометров (20 миллионных долей метра) до миллиметра (то есть от 0,02 до 1,0 мм).

Наноэлектромеханические системы (НЭМС) являются устройствами интеграции электрических и механических функций на наноуровне, с малой массой, высокой механической резонансной частоте, потенциально большим квантово-механическим эффектами, такие как нулевая точка движения и высокая площадь поверхности. МЭМС и НЭМС состоят из центрального блока, который обрабатывает данные (микропроцессор) и нескольких компонентов, которые взаимодействуют снаружи (микросенсоры). Из-за большой площади поверхности к объему МЭМС, поверхностные эффекты, такие как электростатика и смачивание, доминируют над объемными эффектами, такими как момент инерции. Корпус для МЭМС является чрезвычайно важным элементом сохранности, работоспособности и идентификации устройства, особенно в сложных условиях нефтегазовых месторождений. Корпус позволяет проводить механическую установку устройства в системе, для которой он предназначен, а также обеспечивает электрическое соединение устройства МЭМС

с системной электроникой. Корпус изолирует электрические соединения МЭМС и защищает устройство от коррозии, эрозии, ударов и вибраций, поглощает напряжения, создаваемые высокими рабочими давлениями.

МЭМС и НЭМС позволяют следить за процессами бурения, работой насосных установок (ШГН и ЭЦН), разработкой и эксплуатацией скважин в режиме реального времени, избегая остановок скважин для проведения измерений параметров.

Система контроля эффективности нефтегазодобычи в режиме реального времени на основе использования сенсорных (МЭМС и НЭМС) роев обеспечивает оператору-нефтянику быстрый доступ к информации о давлении, температуре, физико-химических характеристиках пластовых флюидов и газов, скважинной продукции, наклоне и осевом напряжении скважины, состоянии призабойной зоны и резервуара нефти и газа.

В 2013 г. технология вошла в перечень приоритетных научных задач (ПНЗ), сформированных по поручению Президента РФ Правительством РФ (Письмо в Минобрнауки РФ № Пр-2426 от 18 октября 2013 г.).

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Kenichi Takahata,	Advances in Micro/Nano Electromechanical Systems and Fabrication Technologies. ISBN 978-953-51-1085-9, 226 pages, Publisher: InTech, Chapters published May 29, 2013	University of British Columbia	
2.	Christian Stotter, Erika Angerer and Erwin Herndler,	“Comparison of single sensor 3C MEMS and conventional geophone arrays for deep target exploration”, 2008	OMV E&P GmbH	
3.	Chang Ho Yu, Kang Hoon Lee, Jae Weon Choi, Myeong-Kwan Park, TaekLyul Song, Tae Il Seo, and Young Bong Seo	“Energy Efficient Distributed Target Tracking Algorithm in Underwater Wireless Sensor Networks”, 2009	Department of Intelligent Mechanical Engineering, Pusan National University, Busan, Korea	
4.	Arom Hwang, Seonil Yoon, Moon Hwan Kim, Sangyoung Lee, Jin seok Hong, and EunSeok	“Performance Evaluation of AHRS based MEMS for Unmanned Underwater Vehicle”, 2011	R&D center LIG Nex1, Yongin, Kyeonggi-do, Korea	
5.	Mahmoud ElGizawy, AboelmagedNoureldin, and Naser El-Sheimy,	“MEMS Gyroscope-While-Drilling Environment Qualification Testing”, 2010	Schlumberger, SPE, University of Calgary	
6.	G. Thivend,	“Subsea Sensors for Non-Intrusive Monitoring of Temperature, Pressure and Asset Integrity”, 2010	Schlumberger	В статье представлена подробная информация о новой технологии неразрушающего контроля целостности сенсорных систем, недавно развернутых в Мексиканском заливе и Западной Африке на производственных линиях. Система мониторинга целостности

				зарекомендовала себя, как надежная альтернатива MEMS и тензодатчиков. Кроме того в отличие от альтернативных решений эта система также контролирует давление, что ее идеальным инструментом в производственной стратегии подводного наблюдения.
7.	M. Volk, Jr., F. Birt.; S. Miska, E. Freeman, T.D. Williamson, Inc.	“Miniature Sensors for Monitoring the Operational Conditions of Pipelines”, 2012	University of Tulsa	

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. (гос.контракт № 11411.1007400.09.064 от 28.07.11 г. по договору НИР «Разработка концепции проекта системы экологического мониторинга акваторий, мониторинга технического состояния потенциально опасных морских объектов, обнаружения, идентификации и оценки параметров разливов нефти и степени угроз окружающей среде при эксплуатации объектов морской нефтегазодобычи», шифр НИР «Экомониторинг»)	Ресурсно-инновационная модель и решение актуальных проблем разработки месторождений нефти и газа. Нефть. Газ. Новации., 2012, №10; Иннов. потенциал умных технологий. //Конф. «Интел. Мест.: инновац. Техн. от скважины до магистр.трубы»- 2013», 15-21.09.13 г Анапа	ИПНГ РАН	Описывается концепция информационно-коммуникационных систем сбора и передачи скважинных данных

2.	Сазонов Ю.А., Мохов М.А., Клименко К.И., Еремин Н.А (гос. контракт №14.515.11.0048 2013 г., ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы»)	Математическое моделирование насосных систем. //Нефть газ и бизнес, 2013 г, №8, с.62-5	НИУ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, ИПНГ РАН	Описываются один из основных элементов умных скважин первого поколения – автоматизированный выбор системы добычи
3.	Гаричев С.Н., Еремин Н.А., Левиев М.Е.	Цифровые промышленные комплексы для нефтегазовой индустрии. //Кр. стол на тему «Формир. Эффект.коопер. связей группы «Газпром» и ВУЗов», М., Минобрнауки России, 18 декабря 2012г	НИУ МФТИ, НИУ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, ИПНГ РАН	Умные промышленные комплексы для нефтегазовой индустрии в режиме реального времени

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Конференции SPE (Society of Petroleum Engineers)	<a href="http://www.spe.org">www.spe.org</a> ; <a href="http://energy.gov/about-national-labs">http://energy.gov/about-national-labs</a>	Публикации нефтегазовых компаний а также последние результаты НИОКР в рамках 14 национальных исследовательских центров, финансируемых по программам департамента по энергетике (U.S. DOE)

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Kenichi Takahata	University of British Columbia	МЭМС и НЭМС

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Макаров Сергей Владимирович	Физический институт им. П.М. Лебедева РАН	Формирование поверхностных нано- и микроструктур под действием фемтосекундных лазерных импульсов

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	МИКРОБ		Миниатюрные Коллективные РОБоты, построенные на базе МЭМС и НЭМС технологий для контроля эффективности процессов нефтегазодобычи в режиме реального времени

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Small-Scale Technology for Pipeline Monitoring and Inspection	University of Tulsa	Контроль и инспекция межпромысловых трубопроводов, скважин и призабойных зон

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	University of Tulsa	www.utulsa.edu	МЭМС
2.	University of britishcolumbia	www.ece.ubc.ca	МЭМС

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ИПНГ РАН	<a href="http://www.ipng.ru">http://www.ipng.ru</a>	Фундаментальные исследования в области нефти и газа
2.	ФИАН	<a href="http://www.lebedev.ru/ru/">http://www.lebedev.ru/ru/</a>	Исследования в области физики
3.	ОАО «НИИМЭ и Микрон»	<a href="http://mikron.sitronics.ru/">http://mikron.sitronics.ru/</a>	Исследование и разработка элементной базы микро- и нанoeлектроники
4.	«Русская Ассоциация МЭМС (РАМЭМС)»	<a href="http://www.mems-russia.ru">http://www.mems-russia.ru</a>	Осуществляющих разработку, производство и потребление микроэлектромеханических систем с целью создания единого информационного поля по тематике МЭМС, обеспечивающего эффективный информационный обмен

### 1.3 Умная скважина нового поколения

Эксперт: Ерёмин Николай Александрович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: ФГБУН «Институт проблем нефти и газа Российской академии наук».

Должность: заведующий лабораторией.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Российское газовое общество (РГО);
- Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых (ГКЗ);
- Центральная комиссия по разработке месторождений полезных ископаемых Роснедра (ЦКЗ);
- The Society of Petroleum Engineers (SPE).

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Умная скважина нового поколения – это новая производственная технология с десятками тысяч сенсоров на оптоволоконном кабеле, которая непрерывно отслеживает изменения формы обсадной колонны и насосно-компрессорных труб с высоким пространственным разрешением (~1 см) и высокоточным (~10 мкм-деформации) измерением деформации вдоль и вокруг сечения трубы, которые затем переводятся в количественную оценку всех видов деформации (осевое сжатие, растяжение, изгиб, овализацию, изменение температуры и давления). Умная скважина нового поколения позволяет на всем ее жизненном цикле выявлять и количественно оценивать геотермомеханические нагрузки, такие как уплотнение резервуара и расширение призабойной зоны скважины, скольжения поверхности сдвига для принятия соответствующих мер для предотвращения аварии или повреждения ствола скважины и оптимизации добычи нефти и газа. Первые исследования в области умных скважин нового поколения были начаты в США в 2002 г. Впервые испытание умной скважины нового поколения в реальной обсадной трубе состоялось на месторождении Pinedale (штат Вайоминг, США) компанией Shell в 2008 г. для секции из двух 7-дюймовых обсадных труб. В ходе опытно-промышленных испытаний был осуществлен мониторинг в режиме реального времени деформации песчаного экрана и формы обсадной трубы на основе использования десятков сенсоров, расположенных на оптоволоконном кабеле. Особый интерес на ранней стадии жизни скважины представляет возможность контролировать изменение напряженного состояния, а именно возможность контролировать дифференциальные давления между внутренней и внешней стенками обсадной колонны во время нагнетания, циркуляции цемента и во время остывания цементного камня. Были получены отличные результаты

при цементировании промежуточной обсадной колонны, а также эксплуатационной обсадной колонны. После завершения процесса цементирования в газовой скважине на глубине более 2,5 км мониторинг напряжений продолжался около шести месяцев.

В 2013 г. данная технология вошла в перечень приоритетных научных задач (ПНЗ), сформированных по поручению Президента РФ Правительством РФ (письмо в Минобрнауки РФ № Пр-2426 от 18 октября 2013 г).

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	J. G. Pearce, SPE, F. H. K. Rambow, SPE, W. Shroyer, SPE, P. Huckabee, SPE, H. de Jongh, and D. E. Dria, SPE, Shell Exploration and Production, and B. A. Childers, T. S. Hall, and T. Dominique, Baker Hughes.	High Resolution, Real-Time Casing Strain Imaging for Reservoir and Well Integrity Monitoring: Demonstration of Monitoring Capability in a Field Installation. SPE 124932.	Society of Petroleum Engineers, New Orleans, Louisiana, USA, 4–7 October 2009	In this paper are described high-resolution strain monitoring results obtained on a set of casing joints which were instrumented with several thousand fiber-optic strain sensors, deployed as a single fiber cable in an onshore production well, installed using normal rig equipment
2.	Earles, D., Stoesz, C., Liang, A., & De Jongh, H..	Mitigating Compaction Damage Through Real-Time Strain Monitoring at the Sandface.	SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference, 2011, Sept.	In this paper, are described Compaction Damage Through Real-Time Strain Monitoring at the Sandface with several thousand fiber-optic strain sensors
3.	Larry Forster, INTECSEA, Inc., and Dennis Dria, Myden Energy Consulting, PLLC	OTC 23930-MS, Real-Time Subsea Fiber-Optic Monitoring	2013 Offshore Technology Conference, May 06 – 09, 2013 Houston, TX, USA	In this paper, are described Real-Time Subsea Fiber-Optic Monitoring by using several thousand fiber-optic sensors
4.	TheSureView RTCM system	30643 SureView Real-Time Fiber-Optic Compaction Monitoring System	© 2010 Baker Hughes Incorporated. All rights reserved. www.bakerhughes.com	In this paper, are described Real-Time Fiber-Optic Compaction Monitoring System by using several thousand fiber-optic sensors

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. (гос.конт. № 11411.1007400.09.064 от 28.07.11 г. по договору НИР «Разр. Конц. проекта системы экол. мониторинга акваторий, мониторинга техн. состояния потен.опасных морских объектов, обнаруж., идентиф. и оценки параметров разливов нефти и степени угроз окр. среде при экспл. объектов морской нефтегазодобычи», шифр НИР «Экомониторинг»)	Ресурсно-иннов. модель и решение акт.проблем разработки месторождений нефти и газа. Нефть. Газ. Новации., 2012, №10; Иннов. потенциал умных технологий. //Конф. «Интел. Мест.: инновац. Техн. от скважины до магистр.трубы»- 2013», 15-21.09.13 г Анапа	ИПНГ РАН	Описываются основные характеристики умных скважин первого и второго поколений, концепция информационно-коммуникационных опто-волоконных систем сбора и передачи скважинных данных
2.	Сазонов Ю.А., Мохов М.А., Клименко К.И., Еремин Н.А (гос.Конт. №14.515.11.0048 2013 г., ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным	Математическое моделирование насосных систем. //Нефть газ и бизнес, 2013 г, №8, с.62-5	НИУ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, ИПНГ РАН	Описываются один из основных элементов умных скважин первого поколения – автоматизированный выбор системы добычи

	направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы») )			
3.	Гаричев С.Н., Еремин Н.А., Левиев М.Е.	Цифровые промышленные комплексы для нефтегазовой индустрии. //Кр. стол на тему «Формир. Эффект.коопер связей группы «Газпром» и ВУ-Зов», М., Минобрнауки России, 18 декабря 2012г	НИУ МФТИ, НИУ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, ИПНГ РАН	Умные промышленные комплексы для нефтегазовой индустрии в режиме реального времени

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Конференции SPE (Society of Petroleum Engineers)	<a href="http://www.spe.org">www.spe.org</a> ; <a href="http://energy.gov/about-national-labs">http://energy.gov/about-national-labs</a>	Публикации нефтегазовых компаний а также последние результаты НИОКР в рамках 14 национальных исследовательских центров, финансируемых по программам департамента по энергетике (U.S. DOE)

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	H. de Jongh, and D. E. Dria,	SPE, Shell Exploration and Production	Оптоволоконный мониторинг скважин
2.	B. A. Childers, T. S. Hall, and T. Dominique,	SPE, Baker Hughes	Оптоволоконный мониторинг скважин

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Дмитриевский А.Н.	ИПНГ РАН	Нефтегазовые компании в РРВ
2.	Гаричев С.Н.	НИУ МФТИ	Умный промышленный комплекс в РРВ
3.	Еремин Н.А.	ИПНГ РАН	Системы контроля и управления в РРВ

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Умная скважина нового поколения	New generation smart well	Скважина, работающая самостоятельно исходя из режима, заданного гидродинамической или технологической моделью (наземной инфраструктурой), и способна самостоятельно подстраиваться под изменяющиеся условия системы.
2.	Умная скважина второго поколения	Second generation smart well	Скважина, на которой возможно осуществление удаленного управления разработкой месторождениями из прибрежных центров и использование оптоволоконных каналов, связывающих морскую и прибрежную инфраструктуры.
3.	Умная скважина третьего поколения	Third generation smart well	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Real-Time Fiber-Optic Casing Imager	Shell, BakerHughes, US	90% всех скважин в мире имеют проблемы, связанные с нарушением технологии цементирования колонного пространства. Новая технология позволит осуществлять контроль за строительством скважины и добычей нефти и газа в режиме реального времени

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Shell	<a href="http://www.shell.com/">http://www.shell.com /</a>	Добыча нефти и газа
2.	Baker Hughes	<a href="http://www.bakerhughes.com">http://www.bakerhughes.com</a>	Сервисное обслуживание добычи нефти и газа

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ИПНГ РАН	<a href="http://www.ipng.ru">http://www.ipng.ru</a>	Фундаментальные исследования в области нефти и газа

#### **1.4 Экобиотехнологии повышения нефтеизвлечения, основанные на образовании биоПАВ и биополимеров микроорганизмами нефтяного пласта, в том числе ультрамикробактериями**

Эксперт: Ерёмин Николай Александрович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: ФГБУН «Институт проблем нефти и газа Российской академии наук»

Должность: заведующий лабораторией.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Российское газовое общество (РГО);
- Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых (ГКЗ);
- Центральная комиссия по разработке месторождений полезных ископаемых Роснедра (ЦКЗ);
- The Society of Petroleum Engineers (SPE).

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В период 2001-2010 гг. сотрудники коллектива исследовали распространение и численность микроорганизмов и скорости биогенных процессов в пластовых водах трех нефтяных месторождений КНР (Дацин, Ляохе, Даган). Физиологические группы аэробных органотрофных бактерий, анаэробных бродильных, ацетогенных, сульфатредуцирующих и метанобразующих бактерий были обнаружены в пластовых водах. В месторождении Дацин, характеризующемся температурой 42-46 °С обитали мезофильные бактерии. Месторождения Даган (59 °С) и Ляохе (60-66 °С) были населены термофильными микроорганизмами. Оценена способность мезофильных и термофильных микроорганизмов образовывать поверхностно-активные вещества, экзополисахариды, газы, и выявлен высокий биотехнологический потенциал пластовой микрофлоры в нефтяных пластах Дагана, Дацина и Ляохе. На высокотемпературном нефтяном месторождении Даган испытана биотехнология повышения нефтеизвлечения, основанная на активации пластовой микрофлоры путем внесения водо-воздушной смеси и питательных солей азота и фосфора. В течение 4-х лет проводились комплексные научные исследования микробиологических, физико-химических, геологических, геохимических и продукционных характеристик нефтяного пласта. Впервые в мире проведен наиболее полный мониторинг более 25 параметров высокотемпературной подземной экосистемы, подверженной мощному техногенному воздействию. В результате применения биотехнологии произошли существенные изменения экосистемы. В пластовой воде возросла численность и активность всех компонентов термофильной микробной пищевой цепи. Трансформация нефти углеводородокисляющими бактериями сопровождалась накоплением карбонатов, летучих кислот и биосурфактантов в пластовых водах. Продукты окисления нефти стимулировали рост бродильных, сульфатредуцирующих и метанобразующих бактерий. Образовавшиеся метабо-

литы – летучие кислоты, карбонаты, уголекислота, метан, микробная биомасса, поверхностно-активные вещества – вызывали изменения в составе пластовой воды и газа, способствовали продвижению нагнетаемой воды из высокопроницаемых зон в зоны, не охваченные заводнением, и улучшали смачиваемость пород. Все эти продукты приводили к увеличению добычи нефти и снижению содержания воды в продукции добывающих скважин. Эти результаты показывают, что при грамотно проведенных микробиологических исследованиях биотехнология повышения нефтеизвлечения, основанная на геохимической деятельности микроорганизмов, обитающих в нефтяном пласте, весьма перспективна для получения дополнительной нефти из высокотемпературных нефтяных пластов. Подтверждением служат практические результаты проведенных пилотных испытаний, в ходе которых было получено более 46 тысяч тонн дополнительной нефти на опытном участке.

Результаты исследований опубликованы как в отечественных («Микробиология»), так и в зарубежных журналах (World Oil J.). В настоящее время проводится НИР на нефтяных пластах с карбонатными коллекторами России и США с целью создания биотехнологии повышения нефтеизвлечения.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	МакИенни и соавт. (Youssef et al., 2009)	Микробные процессы в нефтяных пластах: обвинения, проблемы и возможности	Университет Оклахома.	В статье приведен анализ проблем в нефтяной промышленности, связанных с жизнедеятельностью микроорганизмов (коррозия металлов, закупоривание призабойной зоны, ухудшение качества нефти) и предлагаемые биотехнологические способы их решения.
2.	Юсеф и соавт., 2007	Образование биосурфактантов штаммом <i>Bacillus</i> , интродуцированным в карбонатный нефтяной пласт.	Университет Оклахома.	В статье приведены результаты пилотного эксперимента на двух скважинах, в которые нагнетали биомассу штамма бацилл и глюкозу, и показали образование биосурфактантов в пласте и дополнительное вытеснение нефти.
3.	Ковалевски и соавт., 2006 (Kowalewski et al., 2006)	Улучшение добычи нефти за счет увеличения смачиваемости и межфазного натяжения под воздействием микроорганизмов.		В пилотном эксперименте активировали жизнедеятельность аэробных бактерий в нефтяном пласте путем нагнетания воздуха и показали снижение межфазного натяжения между пластовой водой и нефтью на 4 порядка.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Назина и соавт., 2007; Nazina et al., 2008	1) Микробиологические и продукционные характери-	ИНМИ РАН, Китайская нацио-	Приведены результаты испытаний биотехнологии повышения нефтеизвлечения, основанной на активации пластовой микрофлоры на вы-

		стики высокотемпературной нефтяной залежи Кондиан в процессе испытания биотехнологии повышения нефтеотдачи	нальная нефтяная компания	сокотемпературной залежи Кондиан терригенного нефтяного месторождения Даган путем нагнетания минеральных солей азота и фосфора и кислорода в виде водно-воздушной смеси
2.	Назина и соавт., 2008	Регуляция геохимической активности микроорганизмов в нефтяном пласте путем нагнетания водно-воздушной смеси или H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ИНМИ РАН, Китайская национальная нефтяная компания	Приведены результаты испытаний биотехнологии повышения нефтеизвлечения, основанной на активации пластовой микрофлоры на залежи Ганси терригенного нефтяного месторождения Даган путем нагнетания минеральных солей азота и фосфора и кислорода в виде перекиси водорода.
3.	Назина и соавт., 2013; Nazina et al., 2013	Микроорганизмы карбонатной нефтяной залежи 302 Ромашкинского месторождения и их биотехнологический потенциал.	ИНМИ РАН, Программа Президиума РАН № 24 и № 27	Приведены результаты микробиологических исследований экологии и биотехнологического потенциала микроорганизмов нефтяной залежи 302 в карбонатных отложениях Ромашкинского месторождения как основа разработки новой экологически безопасной биотехнологии повышения нефтеизвлечения.
4.		Государственный контракт № 14.515.11.0048 на выполнение поисковых научно-исследовательских работ в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» поисковые научно-исследовательские работы (далее – работы) по лоту шифр «2013-1.5-14-515-0007» «Исследование принципов создания системы высокоэффективного интегрированного мониторинга производственных процессов управления раз-	ИНМИ РАН	

		работкой "интеллектуального" месторождения» по теме: «Создание высокоэффективной интегрированной системы мониторинга и управления технологическими процессами разработки «интеллектуальных» месторождений нефти и газа» (шифр заявки «2013-1.5-14-515-0007-028»)- в стадии исполнения.		
5.		Микробиологические исследования нефтяных пластов Китая и моделирование образования нефтеснающих соединений пластовой микрофлорой. Контракт между ИНМИ РАН и Лангфан Ванке Петролеум Текнолоджи энд Инженеринг Корп., Лимитед (ВКПТЕ). От 01.07.2009.	ИНМИ РАН	
6.		«Научные основы эффективного природопользования, развития минерально-сырьевых ресурсов, освоения новых источников природного и техногенного сырья», «Научное обоснование биотехнологий, обеспечивающих повышение степени извлечения тяжелой и остаточной	ИНМИ РАН	

		<p>нефти из недр на основе изучения развития микробных процессов в продуктивных пластах».</p> <p>Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 14, 2009-2012 гг.</p>		
7.		<p>«Фундаментальный базис инновационных технологий прогноза, оценки, добычи и глубокой комплексной переработки стратегического минерального сырья, необходимого для модернизации экономики России», грант 2.2.2в «Биогеохимические процессы в карбонатных нефтяных пластах с разными физико-химическими условиями как фундаментальный базис для разработки биотехнологии повышения извлечения нефти».</p> <p>Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 27, 2012-2014 гг.</p>	ИНМИ РАН	
8.		<p>«Функциональное и филогенетическое разнообразие микроорганизмов в пластовых водах карбонатных нефтяных коллекторов США и разработка рекомендаций по обработке</p>		

		нефтяного пласта с целью повышения добычи нефти». Грант Американского фонда гражданских исследований и развития [CRDF, RUB1-30028-МО-12], 2012-2013 гг.		
--	--	---	--	--

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Симпозиумы общества нефтяных инженеров (SPE, Society of Petroleum Engineers)	<a href="http://www.russianoilgas.com">www.russianoilgas.com</a> .	Портал является международно признанным в качестве ключевого международного научно-технического форума по разведке и добыче нефти и газа в России.
2.	Нефтяное хозяйство	<a href="http://www.oil-industry.ru">http://www.oil-industry.ru</a>	Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство» издается с 1920 г. Освещает все направления развития нефтегазовой отрасли на высоком профессиональном уровне. Распространяется по подписке во всех нефтегазовых регионах России, странах СНГ, за рубежом. Публикации в журнале учитываются ВАК при защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук. Журнал организует семинары, конференции, круглые столы по проблемам отрасли. Тираж журнала 5000 экз. Реферируется по РИНЦ и Scopus

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	МакИнени	Университет Оклахомы.	Анализ и разработка микробиологических методов повышения нефтеизвлечения
2.	Фенг Циньсян	Китайская национальная нефтяная компания, Даганская нефтяная компания	Разработка вторичных и третичных методов повышения нефтеизвлечения.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Иванов М.В., Беляев С.С., Борзенков И.А., Назина Т.Н.	ИНМИ РАН	Разработка и применение микробиологических методов повышения нефтеизвлечения.
2.	Ибатуллин Р.Р.	ТатНИПИнефть	Разработка и применение методов повышения нефтеизвлечения, в том числе микробиологических.

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
-------	-----------------------------------	------------------------------------	----------------------------

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
-------	---------------------	--------------------------------	---

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Университет Оклахомы.	США	Образовательная, научно-исследовательская, разработка микробных биотехнологий повышения нефтеизвлечения,
2.	Китайская национальная нефтяная компания	КНР	Добыча нефти и разработка методов повышения нефтеизвлечения, в том числе микробиологических.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН (ИНМИ РАН)	Проспект 60-летия Октября, 7/2, Москва, ИНН/КПП 7728026790/772801001	Научно-исследовательская, разработка микробных биотехнологий повышения нефтеизвлечения, выщелачивания металлов из руд, очистки от нефтяных загрязнений и твердых бытовых отходов т.д.
2.	ИПНГ РАН	РФ 119333, г Москва, ул. Губкина д.3	Фундаментальные исследования в области нефти и газа

**2 Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования изделий, позволяющие оптимизировать конструкции по различным критериям (прочность, стойкость к агрессивным средам и т. п.)**

**2.1 Высокопроизводительные языки динамического программирование высокого уровня для технических вычислений**

Эксперт: Шишов Владимир Валерьевич.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: доцент.

Место работы: ФГБОУ ВПО «Сибирский федеральный университет».

Должность: заведующий кафедрой Математических методов и информационных технологий, профессор.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Высокопроизводительные языки динамического программирование высокого уровня для технических вычислений, с синтаксис которых знаком пользователям других технических вычислительных средах. К таким языкам относятся, в частности, следующие технологии: Julia Lang, R, Tool Command Language (TCL). Такие возможности обеспечиваются сложным компилятором, распределенными параллельными выполнениями , численной точности и использованием обширной библиотеки математических функций. Библиотеки программ, написанные на таких языках,

хорошо интегрируется с приложениями C и Fortran, используемыми для линейной алгебры, генерации случайных чисел, обработки сигналов, и обработки текстовой информации.

Программы таких языков организованы на основе множественной диспетчеризации.

Основные особенности таких языков:

- множественная диспетчеризация, т.е. обеспечение способность определять функциональное поведение в самых разнообразных комбинациях типов данных;
- системы динамического типа для документации, оптимизации и отправки;
- высокая производительность, приближающаяся к таким языкам как C;
- встроенный менеджер пакетов;
- создание и использование Lisp-подобных макросов и других объектов метапрограммирования;
- встроенные функции обработки Python-приложений на основе пакета PyCall;
- исполнение C-приложений непосредственно, без специального использования, например, API-интерфейса;
- мощный интерфейс для управления другими процессами;
- параллельные и распределенные вычисления;
- использование пользовательских типов, как встроенных модулей;
- автоматическая генерация эффективного, специализированного кода для различных типов данных;
- элегантные и расширяемые преобразования для числовых и других типов;
- эффективная поддержка Unicode, включая, но не ограничиваясь UTF-8;
- свободные лицензии на использование.

Все вышеперечисленное позволяет создавать комплексы программ в кратчайшие сроки, которые могут применяться в различных отраслях.

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, издание, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Jeff Bezanson, Stefan Karpinski, Viral B. Shah, Al	Julia: A Fast Dynamic Language for Technical Computing. <a href="http://arxiv.org/abs/1209.5145">http://arxiv.org/abs/1209.5145</a>	MIT – Massachusetts Institute of Technology	Dynamic languages have become popular for scientific computing. They are generally considered highly productive, but lacking in performance. This paper presents Julia, a new dynamic language for technical computing, designed for performance from the beginning by adapting and extending modern programming language techniques. A design based on generic functions and a rich type system simultaneously enables an expressive programming model and successful type inference, leading to good performance for a wide range of programs. This makes it possible for much of the Julia library to be written in Julia itself, while also incorporating best-of-breed C and Fortran libraries.
2.	Miles Lubin, Iain Dunning	Computing in Operations Research using Julia. <a href="http://arxiv.org/abs/1312.1431">http://arxiv.org/abs/1312.1431</a>	MIT – Massachusetts Institute of Technology	The state of numerical computing is currently characterized by a divide between highly efficient yet typically cumbersome low-level languages such as C, C++, and Fortran and highly expressive yet typically slow high-level languages such as Python and MATLAB. This paper explores how Julia, a modern programming language for numerical computing which claims to bridge this divide by incorporating recent advances in language and compiler design (such as just-in-time compilation), can be used for implementing software and algorithms fundamental to the field of operations research, with a focus on mathematical optimization. In particular, we demonstrate algebraic modeling for linear and nonlinear optimization and a partial implementation of a practical simplex code. Extensive cross-language benchmarks suggest that Julia is capable of obtaining state-of-the-art performance.

3.	Yihui Xie	Dynamic Documents with R and knitr. Chapman & Hall/CRC, 2013. ISBN 978-1482203530		Suitable for both beginners and advanced users, this book shows you how to write reports in simple languages such as Markdown. The reports range from homework, projects, exams, books, blogs, and web pages to any documents related to statistical graphics, computing, and data analysis. While familiarity with LaTeX and HTML is helpful, the book requires no prior experience with advanced programs or languages. For beginners, the text provides enough features to get started on basic applications. For power users, the last several chapters enable an understanding of the extensibility of the knitr package.
4.	Robert J Knell	Introductory R: A Beginner's Guide to Data Visualisation and Analysis using R. March 2013. ISBN 978-0-9575971-0-5		R is now the most widely used statistical software in academic science and it is rapidly expanding into other fields such as finance. R is almost limitlessly flexible and powerful, hence its appeal, but can be very difficult for the novice user. There are no easy pull-down menus, error messages are often cryptic and simple tasks like importing your data or exporting a graph can be difficult and frustrating. Introductory R is written for the novice user who knows a bit about statistics but who hasn't yet got to grips with the ways of R. This book: walks you through the basics of R's command line interface; gives a set of simple rules to follow to make sure you import your data properly; introduces the script editor and gives advice on workflow; contains a detailed introduction to drawing graphs in R and gives advice on how to deal with some of the most common errors that you might encounter. The techniques of statistical analysis in R are illustrated by a series of chapters where experimental and survey data are analysed. There is a strong emphasis on using real data from real scientific research, with all the problems and uncertainty that implies, rather than well-behaved made-up data that give ideal and easy to analyse results.
5.	Bert Wheeler	Tcl/Tk 8.5 Programming Cookbook	Fortune-500 company	The quickest way to solve your problems with Tcl/Tk 8.5 Understand the basics and fundamentals of the Tcl/Tk 8.5 programming language Learn graphical User Interface development with the Tcl/Tk 8.5 Widget set Get a thorough and detailed understanding of the concepts with a real-world address book application Each recipe is a carefully organized sequence of instructions to efficiently learn the features and capabilities of the Tcl/Tk 8.5 language

6.	Brent Welch, Ken Jones, and Jeff Hobbs	Practical Programming in Tcl and Tk		Practical Programming in Tcl/Tk is described as the "bible" for Tcl programmers. It is a guide to the Tcl/Tk programming language and GUI toolkit. This revision includes substantial updates to cover the new version 8.4-giving both an overview of the features, as well as details about every command in the language. The third edition, written on version 8.2, sold over 30,000 copies. Version 8.4 of Tcl – Tool Command Language-provides substantial updates to one of the most popular UNIX scripting languages. The latest release, includes the addition of a virtual filesystem (VFS), many additional programming widgets (spinbox, panedwindow, labelframe),and improved performance of about 20% over 8.3. The book provides a guide to the best ways to use the toolkit. It not only gives accurate details, but includes extensive examples that demonstrate the best way to use the toolkit. The authors are experts that have both developed the technology and used it to solve problems, so they have many valuable insights to relate to the readers.
----	--	-------------------------------------	--	--

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Москвин П. В.	Азбука TCL. ISBN 5-93517-130-9		Tcl новая категория, поскольку теперь его можно использовать для серверных приложений. Си, Си++ и Java можно по-прежнему использовать для создания частей приложений, критических с точки зрения производительности, а Tcl – для интеграции и создания интерфейсных компонентов
2.	Петровский А.	Командный язык программирования TCL (Tool Command Language). ISBN 5-901321-16-2		

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Технология Julia Lang	<a href="http://julialang.org/">http://julialang.org/</a>	Официальный сайт, описывающий технологию Julia Lang
2.	Технология TCL	<a href="https://www.tcl.tk/">https://www.tcl.tk/</a>	Официальный сайт, описывающий технологию TCL
3.	Технология R	<a href="http://www.r-project.org/">http://www.r-project.org/</a>	Официальный сайт, описывающий технологию R

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Ильин В. А.	Сибирский федеральный университет	IT-специалист
2.	Шишов В.В.	Сибирский федеральный университет	зав. кафедрой Математических методов и Информационных технологий

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Метаязык	Metalanguage	Язык программирования нового поколения (суперязык), который позволяет эффективно обрабатывать структурированные данные, характеризующие описываемые сущности явлений для целей их идентификации, поиска, оценки, управления.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Интерактивная система дендроклиматического мониторинга на основе TCL	Сибирский федеральный университет	<p>В интерактивной системе используется TCL-SQL проект, который предусматривает общий TCL-интерфейс к базам данных. Реализация на начальном этапе состояла в доступе к интерактивной базе данных (технология PostgreSQL), в которой находятся данные измерений. Отметим, что стандартный скрипт-язык TCL (Tool Command Language – «командный язык инструментов») не содержит средств для доступа к PostgreSQL. TCL выполнен так, что может расширять свои возможности через подгружаемые новые библиотеки, а следовательно, наличие необходимой библиотеки – это необходимая и достаточная условие для того, чтобы использовать в проекте всю мощь SQL.</p> <p>Для интегрирования унаследованных приложений (специального ПО) с разрабатываемой интерактивной системой выбрана технология Expect, как инструмент для автоматизации и тестирования в ОС Unix/Window XP и являющиеся расширением к TCL для неграфических интерактивных унаследованных приложений.</p> <p>Для данного интерактивного проекта создан домен третьего уровня <a href="http://sg0809.kgtei.ru/">http://sg0809.kgtei.ru/</a></p>

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	MIT – Massachusetts Institute of Technology	MIT, 77 Massachusetts Avenue, Cambridge, MA 02139-4307 (США)	Образование и наука

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Сибирский федеральный университет (кафедра Математических методов и информационных технологий)	г. Красноярск, 660075, ул. Л. Прушинской 2, ТЭИ СФУ (2463011853)	Образование и наука

**3. Системы управления производством, обеспечивающие эффективную логистику, взаимодействие между исполнительными устройствами (включая «Интернет вещей», гибкую перестройку производственных линий под индивидуализированные заказы)**

### **3.1 Биотехнологии выделения редкоземельных металлов из техногенных отходов с использованием**

Эксперт: Ксенофонтов Борис Семенович.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: ФГБОУ ВПО "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана".

Должность: профессор кафедры.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Российская экологическая академия;
- Российская инженерная академия.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Во всем мире увеличение объемов образования техногенных отходов, в том числе из золошно-шлаковых отвалов (далее – золошлаков), приводит к негативному влиянию на окружающую среду, к отчуждению больших площадей, включая городские территории и земли сельскохозяйственного назначения.

В последние годы во многих развитых странах мира золошлаковые отходы пытаются утилизировать (например, в 2003 г. в США – 38%, в Польше – 83,7%). Одной из основных причин более полного использования побочных продуктов сжигания угля (ПСУ) является наличие в золе благородных, редких и редкоземельных металлов.

В России в опытно-лабораторных условиях были проведены экспериментальные работы, которые позволяют разработать усовершенствованный способ обработки золошных отходов, выбрать тип флотомшины и определить режим флотационной обработки с оборотной системой водопользования.

В связи с наличием в золошных отходах редких металлов (РМ) и редкоземельных металлов (РЗМ) является актуальным проведение работ по созданию малоэнергоёмкой технологии биофлотационного извлечения благородных, редких и редкоземельных металлов из золошно-шлаковых отвалов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Блайда И. А., Васильева Т. В., Слюсаренко Л. И., Х	Извлечение редких и цветных металлов сообществом микроорганизмов из золы от сжигания Павлоградского угля	Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова	

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд- во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А., Бал	Исследование процесса окисления железа при интенсификации бактериального выщелачивания металлов из золошлаков путем использования флотации	МГТУ им. Н. Э. Баумана	
2.	Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А., Бал	Обработка угольной золы предприятий энергетики в процессах бактериального выщелачивания редкоземельных металлов	МГТУ им. Н. Э. Баумана	

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Журнал Микробиология	<a href="http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=mikbio">http://www.maik.ru/cgi - bin/list.pl?page=mikbio</a>	

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Блайда И. А., Васильева Т. В., Слюсаренко Л. И., Х	Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова	

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Бирюков В. В.	МГМУ (МАМИ)	
2.	Башлыкова Т. В.	МИСиС	
3.	Кондратьева Т. Ф.	Институт микробиологии РАН им. Виноградского	

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	биовыщелачивание, золотшлаки, отходы, редкоземельны	bioleaching, coal ash, waste, rare-earth metals	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Выделение редкоземельных металлов из техногенных отходов с использованием биотехнологий	Нет	Недорогой способ получения дефицитных редкоземельных металлов

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова	65082, г. Одесса, ул. Дворянская, 2 (Украина)	

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Институт микробиологии РАН им. Виноградского	ПРОСП 60-ЛЕТИЯ ОКТЯБРЯ, Д 7, КОРП 2 (7728026790)	

### **3.2 Технология контроля качества композитных и наноструктурированных материалов с помощью излучения терагерцового диапазона частот**

Эксперт: Шкуринов Александр Павлович.

Ученая степень: доктор физико-математических наук.

Ученое звание: доцент.

Место работы: ФГБОУ ВПО "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова".

Должность: доцент.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- American Optical Society;
- Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE);
- American Physical Society;
- Оптическое общество имени Рождественского.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Излучение ТГц диапазона частот находит широкое применение во многих областях науки и техники благодаря его высокой чувствительности к диалектическим и магнитным свойствам полупроводниковых, наноструктурированных и композитных материалов. Диалектические свойства объемных материалов и тонких пленок в терагерцовом диапазоне частот определяются параметрами электрической проводимости материала, их магнитными свойствами, трехмерным распределением плотности материала и его диалектическими динамическими потерями в нем. Такая чувствительность позволяет разрабатывать неповреждающие методы контроля качества полупроводниковых материалов в микроэлектронной промышленности, тонких лакокрасочных покрытий в автомобильной промышленности, ранней диагностике онкологических заболеваний и в других областях техники, технологии и медицины.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Кнар, Wojciech	Emission and detection of terahertz radiation using two-dimensional plasmons in semiconductor nanoheterostructures for nondestructive evaluations	Univ Montpellier, CNRS, Labs LC2, UMR 5221, F-34095 Montpellier, France	Приводится анализ свойств полупроводниковых материалов в ТГц диапазоне частот, возможность создания гетероструктур и излучающих плазмонных систем для ТГц диапазона частот.
2.	Ivchenko, E. L.	Spin-dependent phenomena in semiconductors in strong electric fields	NEW JOURNAL OF PHYSICS, 15, 125003, DEC 4 2013	Предложены методики подготовки материалов с управляемыми магнитными свойствами

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Беспалов В. Г.	Генерация излучения в дальнем ИК диапазоне спектра при фемтосекундном оптическом возбуждении полупроводников InAs в магнитном поле	С.П. Университет точной механики и оптики (ИТМО)	Предложен метод тестирования полупроводниковых материалов с помощью ТГц излучения

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Журнал Квантовая электроника	<a href="http://www.quantum-electron.ru/">http://www.quantum-electron.ru/</a>	Ведущий российский научный ежемесячный журнал в области лазеров и их применений, а также по связанным с ними тематикам: лазерная физика и техника; нелинейная оптика; лазерный термо-ядерный синтез; волоконная и интегральная оптика; воздействие лазерного излучения на вещество, лазерная плазма; оптическая обработка и передача информации; когерентность и хаос; лазерные технологии, нанотехнологии; лазерная медицина и биология.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	J.-L.Coutaz	University of Savoy, France	Применение ТГц излучения в промышленности

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Литвак Александр Григорьевич	ИПФ РАН, Н.Новгород	Терагерцовые источники излучения

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Исследование полупроводниковых материалов	МИРЭА, Москва, Россия	Разработана технология тестирования первичных материалов для полупроводниковых технологий
2.	Применение ТГц излучения в биологии и медицине	МГУ им.М.В.Ломоносова	Разработана методика исследования пациентов с целью раннего определения онкологических заболеваний кожи.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	University of Rochester	USA, Rochester	Развитие современных ТГц технологий в промышленности и безопасности
2.	University of Soul	Soul, Korea	Медико- биологические применения ТГц излучения.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	МГУ им.М.В.Ломоносова	Москва, Ленинские горы	Широкий спектр современных ТГц технологий, медико-биологические применения, разработка систем безопасности.
2.	ИМЛИТ РАН	Московская область, Шатура	Лазерные терагерцовые технологии и материаловедение

**4. Исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие обработку («выращивание», формирование) материальных изделий (3D принтеры, инфузионные технологии, методы обработки поверхностей, «ростовые» технологии). 4.1 Технология и аппараты флотационного разделения минерального сырья с применением гидродинамических воздействий**

Эксперт: Самыгин Юрий Николаевич.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: доцент.

Место работы: ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет".

Должность: профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, заместитель начальника управления инновационного развития и предпринимательства.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- эксперт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки;
- член УМО в области агроинженерного образования РФ.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Процесс флотации применяется практически во всех отраслях народного хозяйства как одна из стадий энергосберегающих экологически безопасных технологий. Флотацией обогащается в год более 2 млрд. тонн сырья и очищается более 100 млрд. куб.м технических вод.

Влияние гидродинамических эффектов на скорость и селективность процессов флотации приобретает первостепенное значение, в то время как для решения этих вопросов предпочтение отдавалось изысканию эффективных реагентных режимов.

При имеющейся технологии переработки твердых полезных ископаемых для интенсификации процесса флотации в аппаратах на первый план выходят гидродинамические эффекты.

При флотационном методе обогащения на 1 млн. тонн перерабатываемого сырья используется от 20 до 40 флотомашин, в то время как можно этот же процесс провести на 3-7 аппаратах, которые имеют более совершенный гидродинамический режим.

На основе предлагаемой технологии будут созданы флотационные аппараты последнего поколения, обеспечивающие повышение скорости и селективности флотационной переработки твердых полезных ископаемых.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Arbiter, N.	The air flow number in flotation machine scale-up	Columbia University, Henry Krumb School of Mines, New York, United States	Поток воздуха в флотационной машине
2.	Gorain, B.K.	Studies on impeller type, impeller speed and air flowrate in an industrial scale flotation cell. Part 5: validation of k-Sb relationship and effect of froth depth	Barrick Gold Corporation, Toronto, Canada	Пенная флотация, Флотационные машины
3.	Koh, P.T.L.	CFD modelling of bubble-particle attachments in flotation cells, Mineral Engineering, 2006	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Melbourne, Australia	Вычислительная гидродинамика (Флотация, Инженерия Минеральных вод)
4.	Johansson, G.	The influence of particle size and hydrophobicity on the stability of mineralized froths, International Journal of Mineral Processing, 1992	Lund University, Department of Analytical Chemistry, Lund, Sweden	Влияние размера частиц и гидрофобность на стабильность минерализованной пены

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Самыгин В.Д., Панин В.В., Филиппов Л.О., Стенин Н.Ю.	Разработка флотомашины типа «реактор-сепаратор» конструкции МИСиС, Металлург. – 2010. – № 6. – С. 69–72	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	Создание флотационной машины типа «реактор-сепаратор» на основе согласования гидродинамических условий, контролируемых основные стадии процесса флотации в пространственно отделенных зонах аппарата. Показана экстремальная зависимость эффективности флотации от времени пребывания пульпы в реакторе, которая определяется соотношением скоростей образования и разрушения флотокомплексов, а также скорость коалесценции пузырьков.
2.	Самыгин В.Д., Филиппов Л.О., Стенин Н.Ю., Самыгин А.В., Егоров Д.И.	«Пневматическая флотационная машина», Патент № 2393023 от 27.06.2010	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	Изобретение относится к области обогащения полезных ископаемых и может быть использовано при переработке минерального сырья, содержащего цветные, черные, редкие, благородные металлы, а также неметаллические полезные ископаемые, и в особенности при очистке сточных вод от твердых частиц и капель масел.

## 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Журнал International Journal of Minerals Processing, Modelling flotation froths	<a href="http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-mineral-processing/">http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-mineral-processing/</a>	Международный журнал Mineral Processing охватывает все аспекты обработки твердых минеральных материалов, таких как металлические и неметаллические руды, угли и других твердых источников вторичного сырья и т.д. Включает в себя разделы: измельчения, калибровки, классификацию (в воздухе и воде), гравитационное обогащение, флотация, электрического и магнитного разделения, различные методы физического разделения, смешивания и смешивание, утолщение, фильтрация, сушка, хранение, перевозка, агломерация, пирометаллургия и гидрометаллургии (при нанесении на низкосортных сырья), биометаллургии (использование бактерий и других живых организмов), тестирование, контроль и автоматизация, обработка и удаление отходов и минералогические исследования (когда это связано с обогащением).

2.	34-ая Международная выставка изобретений, техники и новой продукции (Женева, 5-9 апреля 2006 г),  VI международный Салон инноваций и инвестиций ВВЦ (Москва, 7-10 февраля 2006 г)	<a href="http://www.misis.ru/tabid/2755/Default.aspx">http://www.misis.ru/tabid/2755/Default.aspx</a>	Конструкция реактора-сепаратора МИСиС награждена золотыми медалями
3.	VI международный салон промышленной собственности «Архимед»	<a href="http://www.misis.ru/tabid/2755/Default.aspx">http://www.misis.ru/tabid/2755/Default.aspx</a>	Конструкция реактора-сепаратора МИСиС награждена серебряной медалью

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	G. Jameson	Университет Ньюкасла (Centre for MultiphaseProcesses, The University of Newcastle)	Под руководством профессора Джеймсона (G. Jameson) проводятся работы по программе «Многофазные явления» (Multiphase phenomena). Эта программа направлена на проведение исследований флотационного процесса разделения минеральных частиц в водной фазе. Одним из проектов программы является исследование гидродинамики течения жидкости в пенном слое и способов образования микропузырьков воздуха с минимальными энергетическими потерями.
2.	J. Cillier	Научно-исследовательский центр лондонского Imperial College London (факультет Наук о Земле и Инжиниринга)	Под руководством J. Cillier проводятся исследования, связанные с изучением структуры пенного слоя.

3.	A. Nguen	The University of Queensland	Под руководством профессора A. Nguen проводятся исследования в области коллоидной и межфазной науки и техники.
4.	D. Beysens	Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielles de la ville de Paris	Профессор знаменитой Высшей школы технической физики и химии, в которой работали 5 Нобелевских лауреатов, директор лаборатории «Сверхкритические жидкости в окружающей среде, материаловедении и космосе», Даниэль Бейсенс (D. Beysens) является признанным лидером в исследованиях по физике околокритических сред (сред при температурах, близких к термодинамической критической точке).

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Блехман И.И.	Институт проблем машиноведения РАН	Под руководством профессора Блехмана И.И. проводятся исследование влияния вибраций на нелинейные механические системы (вибрационной механики и колебательной реологии).
2.	Рулевой Н.Н.	Институт биокolloидной химии УАН	Доктором химических наук Рулевым Н.Н. разработана концепция турбулентной микрофлотации, а также процесс ультрафлокуляции, при которой достигается за счет кратковременной обработки суспензии в сильно неоднородном гидродинамическом поле повышение эффективности флокуляции и флотации.
3.	Рубинштейн Ю.Б.	ОАО «ИОГТ»	Директором по научной работе д.т.н. профессором действительным членом АГН Рубинштейном Ю.Б. проведен большой комплекс работ по изучению гидродинамической обстановки во флотомашинах и созданы универсальные флотомшины, имеющие пониженное энергопотребление.

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Развитие новой концепции флотационного разделения минерального сырья с применением гидродинамических воздействий	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	Создание многозонной флотационной машины (МФМ), имеющей не только пространственно обособленные зоны для проведения несовместимых по гидродинамическому режиму процессов, а так же специальные зон для осуществления внешних или внутренних, гидродинамических воздействий. В области переработки твердых полезных ископаемых ожидается достичь повышения скорости флотации до 2-3 раз и селективности разделения минеральных компонентов на 5-10 %. В области очистки промышленных вод ожидается достижение повышения степени очистки от нефтепродуктов на 5-7 % и взвешенных веществ на 8-10 %, степени концентрации извлекаемых примесей до 30 раз за счет уменьшения выхода воды до 1 % с пенным продуктом. Результаты, которые будут получены в рамках проекта, позволят расширить ресурсную базу и повысить комплексность и рациональность переработки руд и улучшить состояние окружающей среды.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Университет Лотарингии (UL)	Франция	Разработка эффективной флотационной технологии в рамках международного проекта ARCUS-2. Международное сотрудничество позволит задействовать при выполнении проекта международный опыт и передовые подходы к проведению исследований, что существенно повысит шансы на успешное выполнение научно-исследовательской работы.
2.	Университ Ньюкасла (Centre for Multiphase Processes, The University of Newcastle)	Австралия	Выполняет работы по программе «Многофазные явления» (Multiphase phenomena).

3.	Научно-исследовательский центр лондонского Imperial College London (факультет Наук о Земле и Инжиниринга) в сотрудничестве с Rio Tinto Centre for Advanced Mineral Recovery	Лондон	В центре проводятся исследования, связанные с изучением структуры пенного слоя.
4.	The University of Queensland (Школа химической инженерии, Университет Квинсленда)	Австралия	Исследования посвящены коллоидной и межфазной науке, изучению поведения частиц, пузырьков и капель в растворах и соленой воде. Исследования включают добычу угля и минералов, в частности с помощью флотации, их обработку, использование очистки воды, листов удобрений, умные самоочищающиеся материалы, гидрофобную гидратацию и разделение частиц.
5.	Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielles de la ville de Paris (Высшая школа технической физики и химии)	Франция	Проводятся исследования по физике околокритических сред, эксперименты по физике жидкостей в условиях пониженной гравитации.
6.	Ecole Normale Supérieure de Lion (Высшая нормальная школа Лиона)	Франция	В физической лаборатории изучают экспериментально, теоретически и численно роль нелинейных эффектов в динамике многих явлений равновесия. Тематика работ охватывает гидродинамическую неустойчивость, турбулентность, магнитную гидродинамику, сыпучие среды, разрушение и старение аморфных материалов.
7.	Institute of Biocolloid Chemistry, Ukrainian National Academy of Sciences (Институт биокolloидной химии)	Украина	Разработаны концепция турбулентной микрофлотации и процесс ультрафлоркуляции.

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе	Новосибирск	В институте проводятся широкомасштабные исследования многофазных течений, в том числе двухфазных газожидкостных потоков, газокapельных потоков, газонасыщенных пограничных слоев. Проведено комплексное исследование характеристик газожидкостных потоков в различных

			<p>условиях: восходящего и опускного течения в вертикальных трубах, двухфазного течения в горизонтальном и наклонном прямоугольном канале. Изучена гидродинамика течений в каналах сложной геометрии – тройниках, коленах, при внезапном расширении потока. Исследована структура двухфазного пузырькового течения в импактной струе, в том числе при наложении внешних возмущений.</p> <p>Выполнен большой цикл экспериментальных работ по взаимодействию сильных ударных волн с пузырьками различного газа, содержащимися в жидкости. Исследована динамика кавитационных пузырьков в различных жидкостях и условиях ее течения, определены эффективные пути усиления звукокапиллярного эффекта.</p>
2.	Институт проблем машиноведения РАН	Санкт-Петербург	<p>В лаборатории вибрационной механики ведутся научные исследования в следующих областях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Исследование влияния вибраций на нелинейные механические системы (вибрационной механики и колебательной реологии).</li> </ul> <p>Механика и гидродинамика технологических процессов извлечения и переработки руды.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Кавитационные процессы и их приложения.</li> <li>– Применение этого явления для использования новых источников энергии Мирового океана.</li> </ul>
3.	Южный федеральный университет	Ростов-на-Дону	<p>Область научных интересов – математическая теория движения жидкости, в том числе разрешимость и единственность, аналитическая динамика, конвекция, устойчивость, асимптотические и численные методы, бифуркации в симметричных и косимметричных системах.</p>
4.	УРАН Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН	Москва	<p>Одним из ведущих направлений научной деятельности института является механика жидкости, газа и плазмы; механика горения и взрыва.</p>
5.	Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН	Новосибирск	<p>Основные направления деятельности лаборатории Механики многофазных сред и кумуляции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Механика кавитационного разрушения многофазных жидких сред при импульсном и квазистатическом нагружении.</li> <li>– Генерация, взаимодействие и усиление волн в многофазных и кавитирующих средах с пузырьками свободного и химически активного газа.</li> <li>– Экспериментальные и теоретические исследования</li> </ul>

			диссипативных процессов и физико-химических превращений в кумулятивных течениях, в том числе, при их взаимодействии с поверхностями. – Исследование поведения пористых материалов в ударных волнах и кумулятивных течениях.
6.	УРАН Институт проблем комплексного освоения недр РАН	Москва	В ИПКОН РАН создан, не имеющий аналогов в мировой практике, флотационный аппарат – пневматическая пульсационная флотационная машина.
7.	ЗАО «Механобр инжиниринг»	Санкт-Петербург	В ЗАО «Механобр инжиниринг» д.т.н. Максимовым И.И. разработана оригинальная колонная машина для разделения черновых лотационных концентратов, отличающаяся от аналогов повышенной эксплуатационной надежностью и селективностью разделения минеральных частиц.
8.	ОАО «Уралмеханобр»	Екатеринбург	В ОАО «Уралмеханобр» проведен большой комплекс работ по разработке оригинальной конструкции колонной флотомашины серии КФМ, которая имеет много зон и в которой можно совмещать основную и перечистные операции.
9.	Кольский научный центр РАН	Мурманская обл., Апатиты	Исследование разделения минералов в активированных водных дисперсиях воздуха и создание новой флотационной техники.
10.	ОАО «ИОТТ»	Московская обл., Люберцы	Проводится комплекс работ по изучению гидродинамической обстановки во флотомашинках и созданы универсальные флотомашинки, имеющие пониженное энергопотребление.

## **5. Новые материалы и композиции (конструкции) из материалов (включая композиционные материалы различных типов, материалы с заранее заданными свойствами)**

### **5.1 Гранулированные и дробленые наносорбционные углеродные материалы с заданными свойствами на основе инновационных технологий переработки полимерных отходов потребления**

Эксперт: Глушанкова Ирина Самуиловна.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: ФГБОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет".

Должность: профессор кафедры охраны окружающей среды.

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В настоящее время в России ежегодно накапливается более 3 млн. тонн в год отходов полимерных материалов, при этом доля их вторичного использования и переработки составляет менее 10%. Основным способом утилизации полимерных отходов остается их совместное депонирование с твердыми бытовыми отходами (ТБО) на полигонах захоронения ТБО. Постепенно внедряемый на территории России селективный сбор ТБО, мусоросортировки на

полигонах ТБО позволяет выделить различные виды полимерных отходов (полипропилен, поликарбонат, полистирол и др.) и перерабатывать их с получением товарных продуктов. Анализ научно-технической информации показал возможность переработки полимерных отходов с получением наносорбционных материалов – активных углей (АУ) с заданными свойствами и жидкого топлива. В настоящее время необходимы разработка и освоение инновационных технологий получения сорбентов. Процесс получения гранулированных сорбентов состоит из стадий карбонизации углеродсодержащего сырья, грануляции карбонизатов в присутствии связующих и активации полученных гранул паром. При получении АУ на основе полимерных отходов целесообразно использование химических методов активации, предварительной реагентной обработки отходов, что позволит регулировать пористую структуру формирующихся сорбентов, получать углеродные сорбенты с заданными свойствами, молекулярные сита для разделения газов, например, азота и кислорода.

Переработка полимерных отходов с получением наносорбционных углеродных материалов позволит не только значительно сократить объемы образующихся отходов, но и решать экологические проблемы регионов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Lian F., Xing B., Zhu L.	Comparative study on composition, structure, and adsorption behavior of activated carbons derived from different synthetic waste polymers	Journal of colloid and interface science. – 2011. – Vol. 360. P. 725-730.	Исследована возможность переработки отходов поливинилхлорида (ПВХ), полиэтилентерефталата (ПЭТ) и шинной резины (ШР) в эффективные углеродные адсорбенты (АУ) путем химической активации гидроксидом калия (KOH).
2.	Hayashi J., Yamamoto N., Horikawa T.	Preparation and characterization of high-specific-surface-area activated carbons from K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -treated waste polyurethane	Journal of colloid and interface science. – 2005. – Vol. 281. P. 437-443.	Разработан способ получения АУ с высокой удельной поверхностью из отходов пенополиуретана (ПУ) путем химической активации карбонатом калия (K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )
3.	Przepiorski J., Karolczyk J., Takeda K.	Porous carbon obtained by carbonization of PET mixed with basic magnesium carbonate: Pore structure and pore creation mechanism	Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2009. – Vol. 48. P. 7110-7116.	Исследован способ получения АУ с высокой удельной поверхностью и преобладающей долей мезопор из отходов полиэтилентерефталата (ПЭТ) путем активации основным карбонатом магния (3MgCO <sub>3</sub> Mg(OH) <sub>2</sub> •3H <sub>2</sub> O)
4.	J. B. Parra, C.O. Ania, A. Arenillas, F. Rubiera,	High value carbon materials from PET recycling	Applied Surface Science. 2004. V.238.P.304-308.	Исследован способ переработки отходов ПЭТ с получением высокоэффективных сферических углеродных сорбентов

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Мухин В.М., Зубова И.Д., Зубова И.Н., Курилкин А.А	Способ получения активного угля.	пат. РФ № 2415808, заявл. 11.09.09; опубл. 10.04.11.	Разработан способ получения активного угля из текстолита (хлопковая ткань, пропитанная фенолформальдегидной смолой и спрессованная при давлении более 1100 кг/см <sup>2</sup> ) Способ включает карбонизацию текстолита в две стадии с проведением охлаждения и дробления продукта между стадиями и активацию в присутствии водяного пара при 850-900 °С.
2.	Хомутов А.Н., Мухин В.М., Клушин В.Н.	Способ получения активного угля	пат. РФ № 2006103672/15; заявл. 09.02.06; опубл. 20.02.09. Бюл. № 5 – 5 с.	Представлен способ получения активного угля из пасты, получаемой путем смешения измельченного торфа с продуктами деполимеризации термопластов (полиэтилентерефталата, полиметилметакрилата, полисульфона, полиуретана) под действием серной кислоты, при отношении массы торфа к массе продуктов деполимеризации, равном 1: (0,3-3)
3.	Васюков В.В. Сурков А.А., Вайсман Я.И., Глушанкова	Термическая утилизация отработанных автополимеров с получением наносорбционных материалов	Экология и промышленность России – 2012, №3, С. 4-8.	Представлены способы переработки автополимеров при утилизации автомобилей (полипропилена, поликарбоната) с получением активных углей
4.	Ставицкая С.С.	Влияние некоторых модифицирующих добавок на структурные, сорбционные и каталитические свойства активных углей	Журнал прикладной химии. 2010.Т.83. Вып.11. с. 1761-1769.	Исследовано влияние предварительной обработки углеродных материалов на формирование сорбентов с заданными свойствами

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Журнал прикладной химии	г. Санкт-Петербург, Менделеевская линия.1	Публикуются результаты исследований, направленных на решения проблем химии и химических технологий при решении прикладных задач
2.	Экология и промышленность России (журнал)	Г. Москва ГСП-1, В-49, Ленинский пр-т, 4, МИСиС	Публикуются результаты исследований, разработанных технологий, направленных на решение экологических проблем: переработка промышленных и бытовых отходов; очистка питьевой и сточных вод, масел; утилизация осадков очистных сооружений; мониторинг окружающей среды; снижение токсичности отработавших газов автомобилей; очистка промышленных газов
3.	Carbon	An International Journal Founded in Conjunction with the American Carbon Society	Публикуются результаты исследований в области получения углеродных материалов и наноматериалов
4.	Химическая технология	г. Москва, м. "Измайловская", Сиреневый б-р, д. 14, корп. 1	Производственный и информационно-аналитический журнал для ИТР промышленности, ВУЗов и техникумов. Новости химической технологии, экономика, экология.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Edward L.K. Mui, Danny C.K. Ko, Gordon McKay	Department of Chemical Engineering, Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Kowloon, Hong Kong	Исследование процессов получения активных углей из полимерных отходов

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Клушин В.Н., Мухин В.М.	Российский химико-технологический	Способы получения, производства и применения активных углей

		университет	
2.	Ивахнюк К.Г.	Санкт-Петербургский государственный технологический университет	Химическая технология материалов и изделий сорбционной техники

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Пиролиз (карбонизация)		Термическая деструкция органических соединений и материалов без доступа кислорода
2.	Активация		Процесс формирования пористой структуры сорбентов при термической обработке карбонизатов реагентами
3.	Активные угли		Углеродные пористые сорбенты
4.	Грануляция		Процесс переработки порошкообразных материалов в присутствии связующих с получением гранул заданного размера

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Получение АУ из текстолита	ОАО ЭНПО «Неорганика», Электросталь	Получены высокоэффективные дробленые углеродные сорбенты
2.	Получение гранулированных и дробленых АУ из различного сырья	ОАО Сорбент, г. Пермь	Производство АУ из различного вида сырья, предназначенных для водоподготовки, очистки сточных вод, газов
3.	Переработка шинной резины с получением сорбентов для нефти	420061, г. Казань, ул. Н. Ершова, 61, ОАО	Получение сорбентов для ликвидации разливов нефти

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Sorbos carbon	0 (Китай)	Получение АУ
2.	Norit	0 (США)	Получение АУ
3.	Chemviron Carbon	0 (Великобритания)	Производство АУ

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ОАО ЭНПО «Неорганика»	Московская обл., г. Электросталь, ул.К.Маркса,4 (0)	Производство АУ
2.	ОАО Сорбент, г. Пермь	г.Пермь, ул. Гальперина, 6 (0)	Производство АУ

## **5.2 Селективнодействующие собиратели при флотации упорного минерального сырья**

Эксперт: Игнаткина Владислава Анатольевна.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: доцент.

Место работы: ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»».

Должность: доцент.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Минерально-сырьевая база относится к упорному типу, отличается от зарубежных технологических типов. Флотация – основной процесс обогащения тонковкрапленных руд. Собиратели – основной класс флотационных реагентов, отвечающий за изменение смачиваемости поверхности, контрастности свойств разделяемых минералов. Тенденция – создание новых собирателей на основе сочетаний собирателей разной степени ионогенности, которые селективно взаимодействуют с активными центрами поверхности разделяемых реагентов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	cytec	handbook	Cytec	Перечень производимых флотационных реагентов с описанием их технологического действия

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд- во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Сорокин М.М.	Химические основы флотции	НИТУ	Представлены теоретические основы разработки новых флотационных реагентов

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Горный журнал		научно-практический журнал
2.	Цветные металлы		научно-практический журнал
3.	Обогащение руд		научно-практический журнал
4.	Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых		научный журнал
5.	Известия Вузов. Цветная металлургия		научный журнал
6.	INTERNATIONAL		научный журнал

JOURNAL MINERAL PROCESSING	OF		
----------------------------------	----	--	--

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Douglas W. Fuerstenau	Department of Materials Science and Engineering, Hearst Memorial Mining Building, University of California at Berkeley, Berkeley, 94720-1760, USA	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья
2.	C. T. O'Connor	Department of Chemical Engineering, University of Cape Town	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья
3.	Peter J. Scales	Department of Chemical and Biomolecular Engineering, The University of Melbourne, 3010, Australia	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья
4.	Jan Cilliers	Royal School of Mines Imperial College London, UK	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья
5.	K. Malysa Jerzy	Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья
6.	P. Somasundaran	School of Mines, Columbia University, New York	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья
7.	J. Leppinen	Outotec Oyj	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Игнаткина В.А.	НИТУ	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья, комбинированные технологии сульфидных руд, золотосодержащих руд, руд редких металлов
2.	Рябой В.И.	Механобр-Оргсинтез-Реагенты	эксперт в области новых флотационных реагентов, технологий флотации

3.	Курков А.В.	ВНИИХТ	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья, редкие, редкоземельные, радиоактивные металлы
4.	Бочаров В.А.	МГТУ	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья, комбинированные технологии руд сульфидных и благородных металлов, техногенного сырья
5.	Чантурия В.А.	ИПКОН РАН	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья
6.	Вайсберг Л.А.	Механобр -Инжиниринг	эксперт в области исследований и переработки минерального сырья, рудоподготовительное, обогатительное оборудование

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	collector	collector	флотационный реагент, обеспечивающий гидрофобность поверхности
2.	флотация	flotation	основной процесс обогащения для тонковкрапленных руд, основан на различиях в смачиваемости поверхности минералов и условиях закрепления на пузырьках газа

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Разработка технологии флотации упорных колчеданных медно-цинковых руд с использованием собирателя М-ТФ	Обогатительная фабрика ОАО Святогор	повышение извлечения меди в медный концентрат на 2-10 %, по сравнению с классическим реагентным режимом
2.	Разработка технологии флотации упорных колчеданных медно-цинковых руд с использованием собирателя ИМА	Гайская обогатительная фабрика	повышение извлечения меди в медный концентрат на 2-5 %, по сравнению с классическим реагентным режимом

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Cytec	(США)	химическая компания
2.	Clariant	(Швейцария)	химическая компания
3.	Dow Chemical Company	(США)	химическая компания
4.	Department of Materials Science and Engineering University of California at Berkeley	(США)	исследование и переработка минерального сырья
5.	School of Mines, Columbia University, New York	(США)	исследование и переработка минерального сырья
6.	Centre for Mineral Research, Department of Chemical Engineering, University of Cape Town	ЮАР ()	исследование и переработка минерального сырья
7.	Department of Chemical and Biomolecular Engineering, The University of Melbourne	(Австралия)	исследование и переработка минерального сырья
8.	Royal School of Mines Imperial College London, UK	Англия ()	исследование и переработка минерального сырья
9.	CNRS, Universite de Lorraine, France	(Франция)	исследование и переработка минерального сырья
10.	Outotec Oyj, Finland	(Финляндия)	исследование и переработка минерального сырья
11.	Институт металлургии, Научный Центр Земли	(Казахстан)	исследование и переработка минерального сырья
12.	Mining and Geology University St. "Ivan Rilski", Bulgaria	(Болгария)	исследование и переработка минерального сырья

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	ИПКОН РАН	г. Москва, Крюковский тупик (0)	исследование процессов обогащения минерального сырья
2.	НИТУ	г. Москва, Ленинский пр. 4 (0)	исследование и разработка флотационных реагентов, технологий

			флотации, комбинированных технологий
3.	ВНИИХТ	г. Москва, Каширское шоссе,33 (0)	исследование и разработка флотореагентов, технологий переработки руд редких, редкоземельных, радиоактивных металлов
4.	Механобр_Оргсинтез-реагент	г. Санкт-Петербург,УЛ ОДОЕВСКОГО, 4 КОРП 2 (0)	исследование и разработка флотационных реагентов, технологий флотации
5.	ООО «НПП КВАЛИТЕТ»	г. Москва, Филевский бульвар, д. 39, офис № 2 (0)	химическая компания
6.	НПО	г. Тольяти (0)	химическая компания
7.	ОАО	г. Тольяття (0)	химическая компания

### **5.3 Сверхтвердые универсальные композиты с использованием природных алмазных нанополикристаллов и кубического нитрида бора**

Эксперт: Петровский Виталий Александрович.

Ученая степень: доктор геолого-минералогических наук.

Ученое звание: профессор.

Место работы: ФГБУН «Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук».

Должность: главный научный сотрудник.

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Российское минералогическое общество;
- Международный союз кристаллографов;
- нанотехнологическое общество России.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Сверхтвердые композиты на основе алмаза и алмазоподобного нитрида бора широко используются в процессах механической обработки твердых сталей, спецсплавов, различных композитов, дерево и камнеобработке, буровой технике и электронике.

Основными тенденциями развития этого направления в настоящее время является снижение размерности частиц в композитах до субмикро- или наноуровня, универсализация, увеличение размеров композита при синтезе или спекании с целью его последующего раскроя на элементы требуемой геометрии. При синтезе поликристаллических сверхтвердых композитов наиболее широкое распространение получают способы консолидации высокодисперсных порошков при высоких давлениях и температурах. В частности, все чаще используются шестипуансонные прессовые установки с кубической ячейкой.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	Natalia Dubrovinskaia,	Superhard nanocomposite of dense polymorphs of boron nitride:  Noncarbon material has reached diamond hardness.  APPLIED PHYSICS LETTERS, 90, 2007	Bayerisches Geoinstitut, Bayreuth, Germany	Синтезирован и аттестован наноккомпозит на основе кубического нитрида бора со свойствами, близкими к алмазу
2.	Yusheng Zhao	Enhancement of fracture toughness in nanostructured diamond-SiC Composites.  APPLIED PHYSICS LETTERS, 84, 2004	LANSCE Division, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico	Получение наноккомпозита алмаз-SiC с высоким уровнем характеристик
3.	Vladimir L. Solozhenko	Mechanical properties of cubic BC <sub>2</sub> N, a new superhard phase.  Diamond and Related Materials 10(2001)	Institute for Superhard Materials of the National Academy of Sciences of Ukraine	Новая сверхтвердая фаза получена прямой трансформацией кристаллической решетки

4.	А. А. Шульженко, А. Н. Соколов,	Физико- механические свойства и структура алмазных поликристаллических композиционных материалов , полученных из порошков различной дисперсности.  Сверхтвердые материалы , 2008, 1	Институт сверхтвердых материалов,  Киев	Рассмотрены методики синтеза и аттестации алмазных композитов с разными размерами частиц
----	---------------------------------	---	---	--

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1.	В.П. Филоненко, И.П. Зибров, А.А. Антанович, Н.Ф. Боровиков, С.Н. Малышев	Сверхтвердые композиты с ультрамелким зерном.  Перспективные материалы, 3, 2012	Институт физики высоких давлений РАН, Москва	Сверхтвердые композиты с ультрамелкими размерами зерен получены при давлениях около 8,0 ГПа из пиролитического графита, нитрида бора и графитоподобной В – С – N-фазы.
2.	А.В. Елютин, А.И. Лаптев, А.В. Манухин	Синтез поликристаллических алмазов карбонадо из пирографита	НИТУ МИСиС, Москва	Рассмотрены закономерности фазового перехода в алмазный поликристалл пиролитического графита

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1.	Журнал Diamond & Related Materials	journal homepage: <a href="http://www.elsevier.com/locate/diamond">www.elsevier.com/locate/diamond</a>	Публикуются статьи по новым сверхтвердым материалам
2.	Журнал Сверхтвердые материалы	<a href="http://ism.kiev.ua/stm/">ism.kiev.ua/stm/</a>	Публикуются статьи по новым сверхтвердым материалам
3.	Журнал Carbon	<a href="http://www.journals.elsevier.com/carbon/">www.journals.elsevier.com/carbon/</a>	Статьи по новым углеродным материалам и фазовым переходам

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Шульженко А.А.	Институт сверхтвердых материалов, Киев, Украина	Сверхтвердые композиты на основе алмаза и нитрида бора
2.	Minoru Akaishi	National Institute for Research in Inorganic Materials, Ibaraki, Japan	Синтез и аттестация сверхтвердых материалов
3.	Yusheng Zhao	LANSCE Division, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico, USA	Синтез и спекание новых сверхтвердых материалов
4.	Natalia Dubrovinskaia	Bayerisches Geoinstitut, Bayreuth, Germany	Синтез сверхтвердых композитов при сверхвысоких давлениях
5.	Vladimir L. Solozhenko	LPMTM-CNRS, Université Paris Nord, Villetaneuse, France	Синтез и спекание материалов в системе В-С-N

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1.	Ножкина А. В.	ВНИИалмаз, Москва	Синтетические и природные алмазы
2.	Лаптев А.И.	НИТУ МИСиС, Москва	Синтез и анализ поликристаллических алмазов карбонадо
3.	Гордеев С. К.	ФГУП «ЦНИИМ», Санкт-Петербург	Алмазные поликристаллы типа «скелетон»
4.	Мальшев С.Н.	ООО «Предприятие Микротехника», Мценск-Москва	Синтез композитов на основе нитрида бора и высокоточный инструмент

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1.	Сверхтвердый композит	superhard composite	Композит на основе алмаза или кубического нитрида бора с твердостью не ниже 40 ГПа
2.	Прямой переход	direct transition	Трансформация кристаллической решетки графита в алмаз без катализатора
3.	Высокие давления	high-pressure	Давления, необходимые для реализации процесса синтеза или консолидации порошков алмаза или кубического нитрида бора
4.	Твердый сплав	hard alloy	Сплав на основе карбида вольфрама, использующийся в аппаратах высокого давления

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1.	Разработка гаммы прецизионного малоразмерного высокопроизводительного режущего инструмента из синтетических сверхтвердых материалов на основе наноструктурированного кубического нитрида бора	ООО «Предприятие Микротехника», Мценск-Москва	Внедрена технология синтеза наноструктурированных сверхтвердых материалов на базе порошков алмазоподобного нитрида бора и изготовления из них высокоточного инструмента для прецизионной обработки

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1.	Sandvik Coromant	Исследовательские центры в различных странах	Твердые сплавы, сверхтвердые композиты, инструмент
2.	Henan Huanghe Whirlwind International	Zhengzhou, Henan, China.	Сверхтвердые материалы, композиты и инструмент
3.	Advanced Materials Laboratory, National Institute for Materials Science	Namiki, Tsukuba, Ibaraki 305-0044, Japan	Синтез и исследование новых материалов, полученных при высоких давлениях
4.	Институт сверхтвердых материалов	Украина, Киев	Сверхтвердые материалы, композиты и инструмент: синтез и изучение характеристик

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1.	Институт физики высоких давлений РАН	Москва, г. Троицк ИНН 5046005441	Синтез новых и сверхтвердых материалов, проведение физических исследований с использованием техники высоких давлений
2.	ВНИИИнструмент	Москва ИНН 7719022373	Изготовление и аттестация инструмента из твердых и сверхтвердых материалов

**Предложения по структуризации проблематики новых производственных технологий.**

Направление «Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования изделий, позволяющие оптимизировать конструкции по различным критериям (прочность, стойкость к агрессивным средам и т. п.)» можно модифицировать на «Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования процессов и изделий, позволяющие оптимизировать процессы и конструкции по различным критериям (устойчивость, прочность, стойкость к агрессивным средам и т. п.)».

Такое изменение позволит существенно расширить круг решаемых технических задач, включая задачи автоматического управления процессами.

## **Предложения по формированию программы государственной поддержки развития нового поколения производственных технологий**

Перспективные и существующие направления поддержки, осуществляемые Российским научным фондом и Федеральной целевой программы Минобрнауки России, являются достаточными.

Поддержка в виде выделения грантов как для отдельных групп, так и для проведения совместных НИР и ОКР университетов и предприятий.

Развитие научных основ разработки селективных собирателей для разработки прорывных технологий переработки упорного минерального сырья.

Разработать технологию сортировки зольных отходов по содержанию отдельных ингредиентов, в том числе по редкоземельным металлам.

## **МАТЕРИАЛЫ**

**аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники**

**«Транспортные и космические системы»**

**«Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов**

**Федерального реестра»**

**1. Системы контроля производственных процессов (датчики и соответствующие системы обработки данных, обеспечивающие контроль и регулировку параметров обрабатываемых изделий и технологических процессов)**

**1.1 Новые технологии контроля качества материалов из сплавов Al-Li, Al-Mg, Al-Cu и Al-Zn-Mg-Cu, их обработки, и формирования из них деталей и конструкций**

Эксперт: Шибков Александр Анатольевич

Ученая степень: доктор физико-математических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный университет (ТГУ) имени Г.Р. Державина»

Должность: заведующий кафедрой

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- член редколлегии журнала «Вестник ТГУ. Серия: естественные технические науки»;
- член Ученого Совета института математики, физики и информатики ТГУ имени Г.Р. Державина;
- член диссертационного совета Д 212.260.06 в Тамбовском государственном техническом университете.

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Важной составляющей стратегии развития авиастроения, автопрома и судостроения является повышение эффективности, которая диктует необходимость использования конструкционных материалов с высокой удельной прочностью, т.е. высоким отношением механической прочности к плотности, особенно сплавов систем Al-Li, Al-Mg, Al-Cu и Al-Zn-Mg-Cu. Использование таких сплавов при производстве транспортных средств для авиакосмической и оборонной отрасли, судостроения и автопрома дает значительный экономический эффект, связанный с повышением эффективности: снижение веса конструкций, расхода топлива.

При повышенных температурах сплавы проявляют сверхпластичность, позволяющую в определенных условиях изготавливать бесшовные конструкции. Сплавы демонстрируют целый ряд замечательных технологических свойств: высокая коррозионная стойкость, хорошая свариваемость и формруемость (высокая пластичность).

Однако эти сплавы проявляют механическую неустойчивость как в условиях металлообработки, так и в условиях эксплуатации.

Для наиболее полного использования преимуществ сплавов Al-Li, Al-Mg, Al-Cu и Al-Zn-Mg-Cu необходимо внедрение новых технологий контроля качества материалов, их обработки, и формирования из них деталей и конструкций.

Для предотвращения внезапных разрушений конструкций воздушных судов в ходе их эксплуатации необходимо внедрение технологий мониторинга состояния, своевременного выявления возникающих дефектов и прогнозирования остаточного технического ресурса.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Shabadi R., Kumar S., Roven H.J., Dwarakadasa E.S.	Characterisation of PLC band parameters using laser speckle technique // Material Science and Engineering. 2004. V. A364. P. 140-150	aCAS Key Laboratory of Mechanical Behavior and Design of Materials, University of Science and Technology of China, Hefei 230027, China School of Computing, Robert Gordon University, Aberdeen, UK	Метод лазерных спеклов использован для наблюдения полос Портевена-Ле Шателье (ПЛШ) in situ во время испытаний на растяжение. Изучалось влияние деформации, скорости деформирования, толщины образца и старения на ширину полосы, ее скорость и угол ориентации. Впервые представлены данные влияния температуры и продолжительности старения на параметры полосы. Обнаружено, что различные типы преципитатов, полученные при различных температурах старения, воздействуют на поведение полос ПЛШ различным образом.
2	Casarotto L., Dierke H., Tutsch R., Neuhäu	Investigation of PLC bands with optical techniques // Computational Materials Science 2005. V. 32. P. 316-322	Institut für Produktionsmetallurgie, Technische Universität Braunschweig, Schleinitzstraße 20, D-38106 Braunschweig, Germany Institut für Metallphysik und Nukleare Festkörperphysik, Technische Universität Braunschweig, Mendelssohnstraße 3, D-38106 Braunschweig	Оптический экстенсометр представлен как новый инструмент для исследования деформационных полос ПЛШ, который использован в ходе растяжения образцов Al-3%(вес.)Mg и распространения полос ПЛШ типа В для измерения их скоростей. Анализ в реальном времени данных реализован со скоростью 250 сканирований в секунду, что позволяет локализовать деформацию как только она появляется. Это делает возможным отслеживать распространение полос оптическим экстенсометром.

3	Louche H., Vacher P., Arrieux R.	Thermal observation associated with the Portevin-Le Chatelier effect in Al-Mg alloy // Material Science and Engineering. 2005. V. A404. P. 188-196	LMrecA ESIA Universitè de Savoie, BP 806, 74016 Annecy Cedex, France	Инфракрасной камерой исследовалось тепловое поле в ходе распространения полос деформации ПЛШ обнаружено, что только одна полоса появляется в образце, в данный момент времени, за исключением начала нагружения, когда распространяются две полосы. Эти две полосы, которые более интенсивны, чем полосы ПЛШ, сразу же следующие за ними, являются, вероятно, полосами Пьеберта-Людерса, как наблюдалось в сплаве Cu-15%Al при постоянной скорости нагружения .
4	Ait-Amokhtar H., Bondrahem S., Fressegeas C	Spatiotemporal aspects of jerky flow in Al-Mg alloys, in relation with the Mg content // Scripta Materialia. 2006. V. 54. № 12. P. 2113-2118	Laboratoire de Technologie des Matèriaux et de Gènie des Procèder s, Dèpartement de physique, Universitè de Ber jaia, 06000 Ber jaia, Algeria Laboratoire de Physique et Mècanique des Matèriaux, Universitè de Metz-CNRS, Ile du Saulcy, 57045 Metz C	Пространственно-временные аспекты эффекта Портевена-Ле Шателье в сплавах Al-Mg исследовались непосредственными наблюдениями поверхности образца цифровой камерой. Оптические измерения профиля поверхности интерферометром белого света позволили оценить локальную деформацию и скорость деформации, связанную с полосами. Время разгрузки, как показано, зависит от содержания Mg только для деформации и скоростей деформации, когда наблюдаются полосы типа С.
5	H. Ait-Amokhtar, P. Vacher, S. Boudrahem	Kinematics fields and spatial activity of Portevin–Le Chatelier bands using the digital image correlation method // Acta Materialia. 2006. V. 54. P. 4365-4371	Laboratoire de Technologie des Matèriaux et de Gènie des Procèder s, Dèpartement de physique, Universitè de Ber jaia, 06000 Ber jaia, Algeria Laboratoire de Physique et Mècanique des Matèriaux, Universitè de Metz-CNRS, Ile du Saulcy, 57045 Metz C	Эффект Портевена-Ле Шателье (ПЛШ) исследовался с помощью двумерных измерений полей смещений с использованием метода корреляций цифровых изображений. Измерены локальная деформация, ширина и скорость полос ПЛШ. Исследованы влияние деформации и скорости деформации. Результаты показывают близкую связь между организацией скачков нагрузки и динамикой соответствующих деформационных полос.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы авто- ра/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Шибков А. А., Желтов М.А., Ле- бедкин М.А., Кольцов	Электромагнитный ме- тод исследования скач- кообразной деформации металлов // Деформация и разрушение материа- лов. 2005. № 6. С. 24-34.	Тамбовский государ- ственный универси- тет им. Г.Р. Держави- на, 392000 Тамбов, Россия	Разработан комплекс быстродействующих методов исследо- вания скачкообразной пластической деформации металлов, позволяющий бесконтактно строить кривую деформирования в широкой полосе частот, выявлять тонкую временную струк- туру скачков, связанную с динамикой деформационных полос, и устанавливать корреляционные связи между скачками де- формации на мезо- и макроуровне.
2	Шибков А. А., Желтов М.А., Ле- бедкин М.А., Скворцов	Комплекс in situ методов исследования скачкооб- разной пластической де- формации металлов// За- водская лаборатория. 2005. № 7. Т. 71. С. 20- 27.	Тамбовский государ- ственный универси- тет им. Г.Р. Держави- на, 392000 Тамбов, Россия	Разработан комплекс быстродействующих in situ методов ис- следования скачкообразной пластической деформации метал- лов, позволяющий выявлять и исследовать тонкую временную структуру скачков, связанную с динамикой деформационных полос, и устанавливать корреляционные связи между скачка- ми деформации на мезо- и макроуровне.
3	Шибков А. А., Зо- лотов А. Е., Михлик Д. В., Желтов	Электромагнитное излу- чение при деформирова- нии алюминий- магниевого сплава в условиях оледенения // Деформация и разруше- ние материалов. 2008. № 10. С. 16-20.	Тамбовский государ- ственный универси- тет им. Г.Р. Держави- на, 392000 Тамбов, Россия	Впервые обнаружено, что скачки пластической деформации сплава АМг3, покрытого слоем льда, сопровождаются генери- рованием характерных сигналов электромагнитной эмиссии. С помощью синхронной регистрации скачка деформации и электромагнитного сигнала установлено, что временные нере- гулярности на фронте сигнала связаны с динамикой полос де- формации, распространяющихся на поверхности деформиру- емого металла. Полученные результаты могут быть использо- ваны для разработки методов бесконтактного электромагнит- ного мониторинга и контроля динамических дефектов на по- верхности металлов в условиях оледенения. Ключевые слова: алюминиево-магниевый сплав, лед, электромагнитная эмис- сия, дислокация, трещина

4	Шибков А. А., Золотов А.Е.	Нелинейная динамика пространственно-временных структур макролокализованной деформации // Письма в ЖЭТФ. 2009. Т. 90. № 5. С. 412-417.	Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 392000 Тамбов, Россия	С помощью скоростной видеосъемки исследованы in situ пространственно-временные структуры полос макролокализованной деформации при неустойчивом пластическом течении сплава Al-Mg, деформируемого с постоянной скоростью роста напряжения. Показано, что основным механизмом развития деформационных скачков является каскадное размножение полос деформации Савара-Массона. Обнаруженный механизм обсуждается в сравнении с моделями прерывистой деформации.
5	Шибков А. А., Золотов А.Е., Желтов М.А.	Акустический предвестник неустойчивой пластической деформации алюминий-магниевого сплава АМг6 // Физика твердого тела. 2010. Т.52. № 11. С. 2223-2231.	Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 392000 Тамбов, Россия	С помощью высокоскоростной видеосъемки поверхности и одновременного измерения сигнала акустической эмиссии выявлена связь между акустическим сигналом и динамикой первых деформационных полос на начальной стадии развития скачка пластической деформации в искусственно состаренном сплаве АМг6. Показано, что наиболее информативной характеристикой акустического сигнала является резкий рост потенциала пьезопреобразователя в первые ~10 ns развития деформационного скачка. Обсуждаются механизмы распространения деформационных полос и генерирования акустических сигналов, а также возможное использование акустических предвестников скачков пластической деформации. Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009--2013 гг. (контракт N П2321).
6	Шибков А. А., Золотов А.Е., Желтов М.А.	Акустический и оптический мониторинг полосы Людерса в алюминий-магниевом сплаве АМг6 // Кристаллография. 2011. Т. 56. № 1. С. 147-154.	Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 392000 Тамбов, Россия	Ранние стадии развития полосы Людерса в рекристаллизованном сплаве АМг6 исследовали методом акустической эмиссии и синхронно с помощью скоростной видеосъемки со скоростью 500 кадров/с. Установлено, что первый импульс акустической эмиссии сигнализирует о зарождении первой полосы локализованной деформации, с которой начинается формирование сложной структуры фронта Людерса, и в этом аспекте является акустическим предвестником потери деформационной устойчивости сплава.

7	Шибков А.А., Желтов М.А., Золотов А.Е., Денисов А.	Достоверность выявления деформационных полос в сплаве АМг6 методом акустической эмиссии // Деформация и разрушение материалов. 2011. Т.15. № 6. С. 42-47.	Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 392000 Тамбов, Россия	Динамика первых деформационных полос в алюминий-магниевоом сплаве АМг6, деформируемого с постоянной скоростью роста напряжения = const исследовали методом акустической эмиссии и синхронно высокоскоростной видеосъемкой. Установлена линейная связь между потенциалом пьезопреобразователя и площадью первичной полосы в первые 20 мс ее развития. Показано, что природа акустического сигнала связана с механизмом распространения полосы деформации.
8	Шибков А.А., Золотов А.Е., Желтов М.А., Шуклинов	Динамика деформационных полос и разрушение алюминий-магниевого сплава АМг6 // Физика твердого тела, 2011. Т. 53. № 10. С. 1873-1878.	Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 392000 Тамбов, Россия	Динамика полос деформации на стадии предразрушения алюминий-магниевого сплава АМг6 исследована с помощью скоростной видеосъемки. Выявлен различный характер корреляции между распространяющимися полосами деформации и развитием магистральной трещины в искусственно состаренном и рекристаллизованном сплаве. Работа выполнена при частичной поддержке аналитической ведомственной целевой программы "Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2011 гг.)" и федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 гг.
9	Шибков А.А., Желтов М.А., Золотов А.Е., Денисов А.	Деформационный хаос и самоорганизация на стадии предразрушения сплава АМг6 // Физика твердого тела, 2011. Т. 53. № 10. С. 1879-1884.	Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 392000 Тамбов, Россия	На основе анализа данных высокоскоростной видеосъемки поверхности деформируемого алюминий-магниевого сплава АМг6 установлено, что неустойчивая пластическая деформация, связанная с динамикой деформационных полос, с ростом деформации проявляет тенденцию к хаосу. Показано, что вязкое разрушение сплава АМг6 с рекристаллизованной структурой следует рассматривать как глобальную самоорганизацию в нелинейной неравновесной системе, находящейся в состоянии детерминированного хаоса. Работа выполнена при частичной поддержке аналитической ведомственной целевой программы "Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2011 гг.)" и федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на

				2009-2013 гг.
10	Шибков А.А., Желтов М.А., Золотов А.Е., Денисов А.	Подавление прерывистой деформации металла электрическим током // Вестник ТГУ. Серия: естественные и технические науки. 2011. Т. 16. № 1. С. 143-146.	Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия	Экспериментально установлено, что пропускание постоянного тока плотностью более 10 А/мм <sup>2</sup> через деформируемый образец алюминий магниевого сплава АМг6 полностью подавляет полосы макролокализованной деформации и деформационные скачки на кривой нагружения.
11	Шибков А.А., Золотов А.Е., Желтов М.А., Желтов М.А	Механизмы зарождения полос макролокализованной деформации // Известия РАН. Серия физическая.. 2012. № 1. С. 97-107.	Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия	На основе данных высокоскоростного оптического мониторинга поверхности алюминий-магниевого сплава, деформируемого с постоянной скоростью роста напряжения, впервые получена феноменологическая классификация механизмов зарождения полос макролокализованной деформации. Классификация насчитывает восемь механизмов зарождения в зависимости от приложенного напряжения от начальной стадии возникновения полосы Людерса до периодического зарождения сопряженных полос в структуре шейки перед разрывом образца. Кратко обсуждается роль выявленных механизмов зарождения полос в общей картине прерывистой деформации металла.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Физика твердого тела	199034 Санкт-Петербург, Менделеевская линия 1. Тел.: (812) 328-6286. e-mail: journals.ioffe.ru	Журнал "Физика твердого тела" был основан в 1959 году академиком А.Ф. Иоффе. В журнале публикуются экспериментальные и теоретические исследования по металлам, полупроводникам, магнитным кристаллам, ферроэлектрикам, диэлектрикам, сверхпроводникам, суперионикам и полимерам
2	Физика металлов и металловедение	620990, Екатеринбург, ГСП-199, ул. Софьи Ковалевской, 18. Тел.: (343)-374-05-54, (343)-378-36-02. E-mail: fmm@imp.uran.ru	В журнале публикуются научные обзоры и статьи, написанные специалистами в области фундаментальных, прикладных и технологических исследований. Ежегодный объем публикаций достигает 250 статей, поступающих из более чем ста ведущих национальных научных учреждений.

3	Физическая мезомеханика	Адрес редакции: 634021, Россия, Томск, Академический пр., 2/1 Институт физики прочности и материаловедения СО РАН Редакция журнала	Журнал публикует результаты теоретических и экспериментальных исследований и обзоров в области физической мезомеханики, а также физики твердого тела, материаловедения, геодинамики, неразрушающих методов контроля и других областях.
4	Журнал технической физики	199034 Санкт-Петербург, Менделеевская линия 1. Тел.: (812) 328-3612. E-mail: <a href="http://journals.ioffe.ru/jtf/">http://journals.ioffe.ru/jtf/</a>	Журнал технической физики был основан в 1931 году А.Ф. Иоффе и по своему содержанию с самого начала служил аналогом американского Journal of Applied Physics, основанного одновременно.
5	Металловедение и термическая обработка металлов	127238, Москва, Дмитровское ш., д. 157 Почтовый адрес: 127238, Москва, а/я 42 Телефоны: (499) 258-08-29; (985) 340-29-82 E-mail: <a href="mailto:mitom@folium.ru">mitom@folium.ru</a>	В журнале освещаются новейшие достижения в области металловедения, термической обработки металлов и оборудования термических цехов. Рассматриваются фундаментальные и прикладные вопросы современного металловедения.
6	Деформация и разрушение материалов	107076, Москва, Стромьинский пер., д. 4. Телефон: (499) 269-5398. Факс: (499) 269-52-97. E-mail: <a href="mailto:dirm@rambler.ru">dirm@rambler.ru</a>	В журнале рассматриваются фундаментальные и прикладные вопросы физики, механики и материаловедения процессов деформации и разрушения твердых тел (металлов и сплавов, керамик, полимеров, композитов и др.).
7	Заводская лаборатория	119991, Москва, Ленинский пр-т, д.49 ИМЕТ им. А.А. Байкова E-mail: <a href="mailto:zavlabor@ultra.imet.ac.ru">zavlabor@ultra.imet.ac.ru</a>	Главное направление журнала – контроль качества всех видов материалов в промышленности и сельском хозяйстве.
8	Письма в ЖЭТФ	e-mail: <a href="http://www.jetpletters.ac.ru">http://www.jetpletters.ac.ru</a>	Журнал срочной публикации кратких сообщений о наиболее интересных результатах исследований в области теоретической и экспериментальной физики.
9	Кристаллография	119333, Москва, Ленинский пр-т, 59 Телефон: (499)135-6070 e-mail: <a href="mailto:redcryst@ns.crys.ras.ru">redcryst@ns.crys.ras.ru</a>	Журнал публикует оригинальные статьи, краткие сообщения и обзоры, посвященные различным аспектам кристаллографии.
10	Известия РАН. Серия физическая	117997, Москва, ул. Профсоюзная,90. Телефон +7(495) 334-8689 Москва, Издательство	В журнале печатаются научные материалы, доложенные на сессиях и совещаниях, созываемых Российской академией наук.

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Neuhauser H., Hahner P., Ziegenbein A.	Institut für Metalphysik und Nukleare Festkörperphysik, Technische Universität Braunschweig, Mendelssohnstr. 3, D-38 106 Braunschweig, Germany	Jerky flow, nucleation and propagation of PLC bands in metals
2	Yilmaz A.	Department of Chemical and Process Engineering, Yalova University, Yalova, Turkey	Portevin –Le Chatelier effect and the corrosion processes in metal surfaces
3	Y. Estrin	Monash University, VIC 3800 AUSTRALIA	Mogelling of PLC bands in aluminium alloys
4	Wilkinson D.S.	Department of Materials Science and Engineering, McMaster University, 1280 Main Street West, Hamilton, Ontario, Canada L8S 4L7	PLC bands and shear bands during jerky flow in metal
5	Fressengeas C., Kubin L.P., Lebyodkin M.	Université Paul Verlaine – Metz, Ile du Saulcy, 57045 Metz Cedex, France	Experiment and modelling of spatial coupling in jerky flow in polycrystal metals
6	Ait-Amokhtar H.	Derpartement de physique, Laboratoire de Technologie des Matériaux et de Génie des Procédés, Université de Berjaia, 06000 Berjaia, Algeria	Dynamics of PLC bands from the infrared thermography data
7	Ananthakrishna G., Kumar J.	Materials Research Centre, Indian Institute of Science, Bangalore 560 012, India	Modelling and experiment to acoustic emission during jerky flow

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Панин В.Е., Зуев Л.Б., Да-	Федеральное государственное	Физическая мезомеханика структурно-неоднородных сред;

	нилов В.И.	бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН)	наноструктурные объемные и наноразмерные материалы, наноструктурированные поверхностные слои, тонкие пленки и покрытия; нанотехнологии; материалы новых поколений на металлической, керамической и полимерной основах; компьютерное конструирование новых материалов и технологий их получения; научные основы технологий упрочнения и поверхностной обработки материалов; неразрушающие методы контроля; разработка уникального научно-исследовательского, промышленного и диагностического оборудования и технологий.
2	Добаткин С.В.	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»" (НИТУ)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физика деформации и разрушения материалов.</li> <li>2. Моделирование процессов деформации, разрушения и структурообразования в материалах.</li> <li>3. Структурные и металлургические факторы качества традиционных и перспективных материалов.</li> <li>4. Разработка компьютеризированных средств и методов наблюдения и анализа структур и изломов.</li> <li>5. Разработка акустико-эмиссионных методов и технологий мониторинга деформации и разрушений в материалах и в конструкциях.</li> <li>6. Технология термической обработки металлов.</li> </ol>
3	Морозов Н.Ф., Петров Ю.В.	Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. д.7-9. Тел/факс: +7 (812) 328-20-00 Эл.почта: spbu@spbu.ru сайт: spbu.ru	Изучение механических свойств материалов в условиях активной деформации, ползучести и различных режимов изменения нагрузки, температуры и гидростатического давления.
4	Криштал М.М., Мерсон Д.Л.	445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14. , Тольяттинский госуниверситет. Интернет-сайт: <a href="http://www.tltsu.ru">http://www.tltsu.ru</a> e-mail:	Физика прочности и пластичности, научные основы явления и метода акустической эмиссии, диагностика и неразрушающий контроль материалов и конструкций.

		office@tltsu.ru	
5	Шибков А.А., Золотов А.Е., Желтов М.А.	Тамбовский гос университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Интернациональная, 33.	Прерывистая деформация и разрушение алюминиевых сплавов авиакосмической отрасли, новые методы ранней диагностики механических неустойчивостей и их подавления физическими полями.

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Acoustic emission	Акустическая эмиссия	Излучение акустических волн, связанное с развитием дислокационных лавин и трещин
2	Electromagnetic emission	Электромагнитная эмиссия	Излучение электромагнитных волн, связанное с развитием дислокационных лавин и трещин
3	Infrared thermography and pirometry	Инфракрасная термография и пирометрия	Измерения температурного поля на поверхности деформируемого образца с помощью инфракрасной камеры
4	Speckle interferometry	Спекловая интерферометрия	Деформационное поле на поверхности деформируемого металла на основе анализа спекловых изображений поверхности
5	Analysis of the deformation curves	Анализ кривых деформации	Скачки нагрузки, связанные с эволюцией деформационных полос

#### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Высокоскоростные комбинированные системы неразрушающего контроля, ранней диагностики, непрерывного мониторинга и подавления повреждений, вызывающих внезапное разру-	Высокоскоростные комбинированные системы неразрушающего контроля, ранней диагностики, непрерывного мониторинга и подавления повреждений, вызывающих внезапное разрушение конструкционных материалов авиа-	Высокоскоростные комбинированные системы неразрушающего контроля, ранней диагностики, непрерывного мониторинга и подавления повреждений, вызывающих внезапное разрушение конструкционных материалов авиакосмической техники и транспортных средств являются принципиально новыми, т.е. не имеют аналогов в мире. В настоящее время ведутся, в основном, лишь лабораторные исследования по отдельным компонентам таких систем,

	шение конструкционных материалов авиакосмической техники и транспортных средств являются при	космической техники и транспортных средств являются при	связанных с акустическим мониторингом, исследованием тепловых полей и т.д. В этом контексте следует рассматривать информацию о специалистах и центрах компетенции. Поэтому факты внедрения новой производственной технологии в настоящее время отсутствуют.
--	--	---	---

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Department of Metallurgy, UGC Center for Advanced Studies	Indian Institute of Science, Bangalore 560012 (Индия)	Физика прочности и пластичности, локализация деформации и разрушение
2	Institut für Produktionsmetallurgie, Technische Universität Braunschweig,	Schleinitzstraße 20, D-38106 Braunschweig. (Германия)	Физика прочности и пластичности, локализация деформации и разрушение
3	LMrecA ESIA Université de Savoie,	BP 806, 74016 Annecy Cedex (Франция)	Физика прочности и пластичности, локализация деформации и разрушение
4	aCAS Key Laboratory of Mechanical Behavior and Design of Materials, University of Science and Technology of China	Hefei 230027 (Китай)	Физика прочности и пластичности, локализация деформации и разрушение
5	Department of Metal Physics, Charles University	Ke Karlovu 5, CZ-121 16 Prague 2 (Чехия)	Физика прочности и пластичности, локализация деформации и разрушение
6	LMT-Cachan, ENS de Cachan/CNRS/UPMC	F-94235 Cachan (Франция)	Физика прочности и пластичности, локализация деформации и разрушение
7	University of Applied Sciences, Department of Engineering and Computer Sciences, Albrechtstr. 30	49076 Osnabrueck (Германия)	Физика прочности и пластичности, локализация деформации и разрушение
8	LEEE, EA 387, Université de Paris X Nanterre, 50 rue de	92410 Ville d'Avray (Франция)	Физика прочности и пластичности, локализация деформации и разрушение

	S`evres		
9	LMSP, UMR CNRS no. 8106, ENSAM-ESEM, 151 boulevard de l'Hopital	75013 Paris (Франция)	Физика прочности и пластичности, локализация деформации и разрушение

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Институт физики прочности и материаловедения СО РАН	634021 Томск, просп. Академический, 2/4 (0)	Макролокализация деформации, спекловая интерферометрия
2	Томский политехнический университет	Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30 (0)	Физика прочности и пластичности
3	Институт механики сплошных сред УрО РАН	614013, г. Пермь, ул. Академика Королёва, д. 1 (0)	Физика прочности и пластичности
4	Тольяттинский госуниверситет.	445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14. Сайт: <a href="http://www.tltsu.ru">http://www.tltsu.ru</a> (0)	Прерывистая деформация, динамика полос Людерса и полос ПЛШ
5	Институт физики металлов УрО РАН	620990, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18. (0)	Физика прочности и пластичности
6	Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН	119991 Москва, Ленинский проспект 49 (0)	Физика прочности и пластичности, микроструктура сплавов
7	Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина	392000 Тамбов, Интернациональная, 33. (0)	Прерывистая деформация и разрушение алюминиевых сплавов авиакосмической отрасли, новые методы ранней диагностики механических неустойчивостей и их подавления физическими полями.

**2. Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования изделий, позволяющие оптимизировать конструкции по различным критериям (прочность, стойкость к агрессивным средам и т.п.)**

### **2.1 Компьютерные системы проектирования в отечественной аэрокосмической отрасли**

Эксперт: Шевцов Сергей Николаевич

Ученая степень: кандидат физико-математических наук

Ученое звание: старший научный сотрудник

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт системного анализа Российской академии наук»

Должность: ведущий научный сотрудник

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Особенностью нынешней ситуации на рынке CAD/CAE программных продуктов является отсутствие российских при полном доминировании и тесной кооперации интернациональных производителей.

Путем эффективного подключения российских специалистов к решению проблем к внедрения компьютерных систем проектирования в отечественную аэрокосмическую отрасль является тесная кооперация с международными исследовательскими центрами при использовании принятых в мире CAD/CAE программных продуктов.

В научно-технологической области эффект выполнения работ состоит в повышении качества проектно-конструкторских решений, повышении производительности и сокращения продолжительности общего цикла работ от концептуального проектирования до выхода на рынок готового изделия, что будет способствовать повышению рыночного потенциала отечественной наукоемкой продукции. В социальной сфере этот эффект будет состоять в общем повышении квалификации и интеллектуального уровня, материальной заинтересованности специалистов, занятых в сфере создания продукции аэрокосмического комплекса, а также в формировании относительно небольших научных коллективов, занятых в сфере научно-технического бизнеса, вовлеченных в выполнение международных научных проектов и тесно связанных с отечественными производителями.

Результаты найдут широкое применение на предприятиях аэрокосмического комплекса, судостроения, автомобилестроения, в строительстве уникальных объектов городской инфраструктуры, технологии композиционных, активных и наноматериалов и в производстве устройств на их основе.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Meske R.	Recent improvements in topology and shape optimisation and the integration into the virtual product development process	Workshop “Advances in Shape and Topology Optimization”, Graz, Austria, Sept. 25-27, 2008, 12 p	Последовательность и содержание работ, выполняемых при реализации сквозного цикла «конструирование-моделирование-оптимизация-конструирование» с использованием интегрированных CAD/CAE технологий
2	Saleem, W.	Topology Optimization – Problem Formulation and Pragmatic Outcomes by integration of TOSCA and CAE tools	Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science (WCECS), San Francisco, USA, October 22 – 24, 2008. – 6 p	Технологии сквозного проектирования-оптимизации-изготовления
3	Bendsoe, M.P.	Topology optimization – broadening the areas of application. Control and Cybernetics. – 2005 – Vol. 34, Issue 1. – pp. 7–35	Департамент математики Датского технического университета в Лингби и Департамент инженерной механики университета Алборга (Дания)	Оптимизация основных несущих конструктивных элементов суперлайнера А-380 (EADS) (нервюры крыла и т.п.)
4	Bendsoe, M.P.	Topology optimization – broadening the areas of application. Control and Cybernetics. – 2005 – Vol. 34, Issue 1. – pp. 7–35	Департамент математики Датского технического университета в Лингби и Департамент инженерной механики университета Алборга (Дания)	Оптимизация основных несущих конструктивных элементов суперлайнера А-380 (EADS) (нервюры крыла и т.п.)

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы авто- ра/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Шевцов С.Н.	Моделирование точности сборки наукоёмких изделий. Наукоёмкие технологии в машиностроении. № 4	ФГБУН Южный научный центр РАН	
2	Шевцов С.Н.	Оптимизация системы пьезоактуаторного гашения вибраций композитной лопасти вертолета. Нано- и микросистемная техника, №6(131)	ФГБУН Южный научный центр РАН	
3	Жиляев И.В.	Zhilyaev I. Comparative Investigation of Sandwich Design and Membrane-Type PZT Hydrophones with Perforated Damping Back-plate for Underwater Applications // In Piezoelectrics and Related Materials: Investigations and Applications, NOVA Publishers, N.-Y., 2012, pp. 79-113	ФГБУН Южный научный центр РАН	Элементы конструкции лопасти вертолета нового поколения были спроектированы с использованы средствами NX Unigraphics 7.5, далее оптимизировались средствами анализа аэродинамических характеристик XFEM и программного комплекса оптимизации динамических характеристик MATLAB-Comsol

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Сайт лаборатории Вычислительная механика (CompMechLab)	www.fea.ru	
2	СИНЦ – Саровский Инженерный Центр	www.saec.ru	
3	Shape and Topology Optimization Group (СМАР)	www.cmap.polytechnique.fr/~optopo/index.php	
4	IMPACT Engineering Solutions, Inc.	www.impactengsol.com	
5	Simulia V New Release Isight	http://www.3ds.com/products/simulia/portfolio/isight-simulia-execution-engine/latest-release/ http://media.3ds.com/support/simulia/public/webinars/isight-see-5.7/	Оптимизация расположения однонаправленных слоев углеволокон при проектировании оптимальной структуры композитной конструкции законцовки крыла по критериям прочности Цая-Бу и минимальности числа слоев однонаправленной ленты в системе Simulia; формулировка критериев оптимизации конструкции
6	Журнал «Structural optimization»	Издательство Elsevier	Разработка методов оптимизации конструкций аэрокосмического применения на базе синтеза компьютерных CAD/CAE технологий
7	Журнал «Computers and Structures»	Издательство Elsevier	Разработка методов оптимизации конструкций аэрокосмического применения на базе синтеза компьютерных CAD/CAE технологий

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Bendsoe Martin P.	European conference on Computational Mechanics. Munchen, Germany	Моделирование и оптимизация авиационных конструкций, конструкций из композиционных и активных материалов, авиационные технологии
2	Blattman, W.R.	Brigham Young University	

3	Rietz A.A.	Linkoping University. – Linkoping, Sweden	
4	Rozvany G.I.N.	Netherlands: Kluwer Academy	

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Аксенов В.Н.	Южный научный центр РАН	Моделирование и оптимизация авиационных конструкций, конструкций из композиционных и активных материалов, авиационные технологии
2	Жиляев И.В.		
3	Соловьев А.Н.		
4	Флек М.Б.		
5	Шевцов С.Н.		

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Acoustic emission	Акустическая эмиссия	Излучение акустических волн, связанное с развитием дислокационных лавин и трещин
2	Electromagnetic emission	Электромагнитная эмиссия	Излучение электромагнитных волн, связанное с развитием дислокационных лавин и трещин
3	Infrared thermography and pirometry	Инфракрасная термография и пирометрия	Измерения температурного поля на поверхности деформируемого образца с помощью инфракрасной камеры
4	Speckle interferometry	Спекловая интерферометрия	Деформационное поле на поверхности деформируемого металла на основе анализа спекловых изображений поверхности
5	Analysis of the deformation curves	Анализ кривых деформации	Скачки нагрузки, связанные с эволюцией деформационных полос

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Разработка TopOpt. Оптимизация основных несущих конструктивных элементов суперлайнера А-380 (EADS) (нервюры крыла и т.п.)	Департамента математики Датского технического университета в Лингби и Департамента инженерной механики университета Алборга (Дания)	Оптимизация конструкции фитинга для снижения веса при сохранении прочностных характеристик: конвертация конечно-элементной модели в используемый CAD/CAM формат; обработка детали на станке ЧПУ по программе, сгенерированной в CAD/CAM системе.
2	Программный продукт Simulia	Концерн Dassault System	Синтез оптимальной авиационной конструкции, выполненной методом послойной укладки однонаправленных армирующих лент при достижении заданного критерия прочности, минимизации числа слоев и, следовательно, веса конструкции. Метод и комплекс программных средств использованы при проектировании пассажирских самолетов фирмы Боинг.
3	Оптимизация элементов конструкции вертолета	ОАО МВЗ им. М.Л.Миля при участии Южного федерального университета и Южного научного центра РАН	Элементы конструкции лопасти вертолета нового поколения были спроектированы с использованием средств NX Unigraphics 7.5, далее оптимизировались средствами анализа аэродинамических характеристик XFLR5 и программного комплекса оптимизации динамических характеристик MATLAB-Comsol
4	Исследовательский проект PLATO-N ('a PLAtform for Topology Optimisation incorporating Novel large-scale, free material optimisation and mixed integer programming methods')	Технический университет Дании (ДТУ) – координатор, Израильский технологический университет Технион (Хайфа), Университет Бирмингема (Англия), Университет Фридриха-Александра в Эрлангене-Нюрнберге (Германия), Баварский университет Байрейт	Изучение требований и ограничений индустрии (на примере аэрокосмической отрасли), процесса проектирования, совершенствование процедур и алгоритмов оптимизации конструкций и структур сложных материалов, методы визуализации и конвертации в CAD формат результатов оптимизации

		(Германия), Altair Engineering, Ltd. (Англия), RISC Software GmbH (Германия), EADS Deutschland GmbH (Германия), Airbus UK, Ltd. (Англия), Eurocopter Deutschland GmbH (Германия).	
5	Проект VERDI (Virtual Engineering for Robust Manufacturing with Design Integration)		Виртуализация конструкции летательного аппарата с целью оптимизации по эксплуатационным параметрам и технологичности.

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Dassault Systems	<a href="http://www.3ds.com/products/simulia/portfolio/isight-simulia-execution-engine/latest-release/">http://www.3ds.com/products/simulia/portfolio/isight-simulia-execution-engine/latest-release/</a> <a href="http://media.3ds.com/support/simulia/public/webinars/isight-see-5.7/">http://media.3ds.com/support/simulia/public/webinars/isight-see-5.7/</a>	Интегрированная система Simulia на базе Abaqus, оснащенная развитым аппаратом оптимизации композитных авиационных конструкций и интерфейсом с CAD Catia
2	MSC.Software Corporation	<a href="http://www.mssoftware.ru/products/nastran">http://www.mssoftware.ru/products/nastran</a>	Комплекс систем конечно-элементного моделирования и оптимизации конструкций из различных материалов, включающий средства интеграции с CAD системами
3	ANSYS Co.	<a href="http://www.ansys.com/Industries/Aerospace+&amp;+Defense">http://www.ansys.com/Industries/Aerospace+&amp;+Defense</a> <a href="http://www.fea.ru/">http://www.fea.ru/</a>	Разработка систем конечно-элементного моделирования на основе концепции Simulation Driven Product Development – Разработка продукции на основе результатов моделирования
4	COMSOL, Inc.	<a href="http://www.comsol.com/products/optimization/">http://www.comsol.com/products/optimization/</a> <a href="http://www.comsol.com/products/cad-import/">http://www.comsol.com/products/cad-import/</a>	Система конечно-элементного моделирования широкого круга инженерных проблем с возможностью импорта CAD моделей конструкций, оптимизации; интерфейс с вычислительными моду-

			лями MATLAB, позволяющими реализовать наиболее эффективные алгоритмы многокритериальной оптимизации.
5	CD – adapco, Inc.	<a href="http://www.cd-adapco.com/products/star_ccm_plus/optimate.htm">http://www.cd-adapco.com/products/star_ccm_plus/optimate.htm</a> <a href="http://www.cd-adapco.com/industries/aerospace">http://www.cd-adapco.com/industries/aerospace</a>	Система моделирования широкого круга процессов гидро- и аэромеханики, оснащенная модулем оптимизации с возможностью распараллеливания на большое число процессоров
6	Vanderplaats Research & Development, Inc., (VR&D)	США <a href="http://www.vrand.com/index.html">http://www.vrand.com/index.html</a>	
7	IMPACT Engineering Solutions, Inc.	США <a href="http://www.impactengsol.com">www.impactengsol.com</a>	
8	University of Michigan (Ann Arbor), Department of Mechanical Engineering and Applied Mechanics, Department of Material Science and Engineering	США	Методы оптимизации структуры смарт-материалов и конструкций и методов CAD-CAE-CAD преобразований их моделей
9	Brigham Young University (UT), Department of Mechanical Engineering	США	Методы преобразования конечно-элементного представления конструкции в CAD модель
10	Air Force Research Laboratory (OH)	США	Разработка метода оптимизации адаптивной обшивки летательного аппарата с изменяемой геометрией. Оптимизация конструкции беспилотного аппарата на основе модели динамики его полета.
11	University of Dayton, Dayton, OH	США	
12	Princeton University, Department of Civil Engineering and Operations Research	США	Оптимизация структуры композиционных материалов авиационного применения
13	University of Texas at	США	Оптимизация конструкции изделий авиационной

	Austin, Austin (TX), Mechanical Engineering Department		техники, получаемых методом листовой штам- повки
14	University of Illinois at Urbana-Champaign, De- partment of Civil and Environmental Engi- neering	США	Оптимизация структуры градиентных материалов с использованием SIMP метода
15	IMPACT Engineering Solutions, Inc., Brookfield (IL)	США <a href="http://www.impactengsol.com">www.impactengsol.com</a>	Развитие методов оптимизации топологии кон- струкций средствами ANSYS
16	University of Hawaii at Manoa, Department of Mechanical Engineering		Метод оптимизации конструкций с использовани- ем генетического алгоритма, итеративно обраща- ющегося к конечно-элементной модели
17	Vanderplaats Research & Development, Inc., (VR&D)	США <a href="http://www.vrand.com/index.html">http://www.vrand.com/index.html</a>	Разработка собственного программного продукта, реализующего оптимизацию машиностроитель- ных конструкций, в том числе, из композицион- ных материалов
18	University of Iowa, Cen- ter of Computer Aided Design	США	Опыт и учебно-методический комплекс обучения инженеров методам и программным средствам оптимизации конструкций
19	RMIT University, School of Civil, Envi- ronmental and Chemical Engineering	Австралия	Методы и программные надстройки над Abaqus для реализации оптимизации топологии кон- струкций двунаправленным эволюционным мето- дом
20	University of Sydney, Aerospace, Mechanical and Mechatronic Engi- neering	Австралия	Оптимизация адаптивных авиационных конструк- ций
21	TopOpt group	Дания <a href="http://www.dds.be">http://www.dds.be</a> <a href="http://www.femtools.com">http://www.femtools.com</a>	

22	PLATO-N (A PLAtform for Topology Optimisation incorporating Novel, Large-Scale, Free-Material Optimisation and Mixed Integer Programming Methods)	Дания <a href="http://www.plato-n.org">http://www.plato-n.org</a>	
23	Shape and Topology Optimization Group (CMAP)	Франция <a href="http://www.cmap.polytechnique.fr/~optopo/index.php">http://www.cmap.polytechnique.fr/~optopo/index.php</a>	
24	Technocentre Renault, Guyancourt cedex	Франция	Сопоставительный анализ производительности и качества большинства численных методов при оптимизации высоконагруженных конструкций
25	LAAS-CNRS, Toulouse cedex	Франция	
26	<u>Centre de Mathématiques Appliquées de l'École Polytechnique (CMAP)</u> , Shape and Topology Optimization Group.	Франция <a href="http://www.cmap.polytechnique.fr/~optopo/index.php">http://www.cmap.polytechnique.fr/~optopo/index.php</a>	Разработка собственного программного продукта, реализующего оптимизацию машиностроительных конструкций
27	University of Freiburg, Department of Microsystems Engineering	Германия	Использование Level Set метода оптимизации топологии трехмерных тел
28	FE-Design GmbH, Karlsruhe	Германия	Опыт интеграции CAD/CAE систем при проектировании новых моделей автомобилей
29	Porsche AG, Weissach	Германия	
30	Hamburg University of Applied Science, Department of Automotive and Aeronautical Engineering	Германия	Оптимизация конструкции сидения в самолете по критерию безопасности с использованием LS DYNA

## 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского (ЦАГИ)»	140180, Жуковский МО, ул. Жуковского, д. 1 ИНН 5013009056	
2	ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова» (ЦИАМ)	Вологодская область, г. Череповец, пер. Курганский, д. 37, оф. 4 ИНН 5791318649	
3	ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ГосНИИАС)	125319, г Москва, ул Викторенко, д 7 ИНН 7714037739	
4	ООО «Саровский инженерный центр», Нижегородская обл., Дивеевский район, п. Сатис Технопарк «Саров» (представительство в Нижнем Новгороде)	г.Саров, ул.Московская 3, 2 ИНН 5216017060	Опыт решения комплексных задач статической, динамической, вибрационной прочности сложных конструкций, анализа тепловых и газо- гидродинамических режимов различных изделий и установок с использованием линейки современных CAD/CAE продуктов производства США
5	Факультет механики, математики и компьютерных наук, НИИ механики и прикладной математики Южного федерального университета, Ростов-на-Дону	344006, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 105/42 ИНН 6165078659	Опыт решения задач оптимизации топологии высоконагруженных и композитных конструкций, датчиков и пьезоизлучателей с использованием зарубежных CAE продуктов, собственная разработка CAE системы ACELAN с возможностью оптимизации конструктивных параметров
6	Лаборатория "Вычислительная механика" (CompMechLab) при Санкт-Петербургском государственном политехническом	195251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29 ИНН 7804040077	Опыт выполнения широкого спектра проектов по конечно-элементному моделированию и оптимизации технических систем

	университете		
7	Ростовский вертолетный производственный комплекс ОАО «Роствертол», Филиал ОАО «Московский вертолетный завод им. М.И.Миля» Ростов-на-Дону	344068, г Ростов-на-Дону, просп Михаила Нагибина, 30 ИНН 6161021690	Опыт, средства и наличие молодых квалифицированных кадров в области применения САД технологий при серийном проектировании авиационной техники с элементами САЕ анализа конструкций и технологий производства
8	CAD FEM CES	111672, г. Москва, ул. Суздальская, д. 46, офис 203 ИНН 7720666171	Компания КАДФЕМ занимается дистрибуцией лицензионного программного обеспечения для компьютерного моделирования (САЕ), включая поставку, внедрение и техническое сопровождение.

**3. Системы управления производством, обеспечивающие эффективную логистику, взаимодействие между исполнительными устройствами (включая «Интернет вещей», гибкую перестройку производственных линий под индивидуализированные заказы)**

### **3.1 Электро-химическая обработка материалов (ЭХО)**

Эксперт: Решмин Сергей Александрович

Ученая степень: доктор физико-математических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем механики (ИПМех) им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук»

Должность: заведующий лабораторией

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- член научного совета РАН по теории управляемых процессов и автоматизации;
- член ученого совета ИПМех РАН.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Электрохимическая обработка (ЭХО) – способ обработки электропроводящих материалов, заключающаяся в изменении формы, размеров и (или) шероховатости поверхности заготовки вследствие анодного растворения ее материала в электролите под действием электрического тока.

Технологические установки для реализации процесса ЭХО как правило являются узкоспециализированными под определенный технологический процесс, в связи с низкой производительностью (в сравнении с другими методами формообразования: механическая обработка) и сложностью процесса. Однако ЭХО обладает рядом уникальных технологических свойств (постоянство формы обрабатывающего электрода, обработка твердых и хрупких токопроводящих сплавов, обработка которых механическими методами резания и шлифования невозможна, или низко производительна, минимальные нагрузки на обрабатываемую заготовку позволяют обрабатывать тонкостенные, ажурные детали, отсутствие измененного слоя в детали после обработки (оплавление, наклеп, термоупрочнение) поверхностного слоя, возможность подвода исполнительного органа (электрода) в труднодоступные полости и отверстия деталей) которые позволяют осуществлять обработку деталей, неосуществимую другими известными методами обработки.

Широкое распространение электрохимические станки получили в авиационной промышленности в России. Метод ЭХО применяется и за рубежом ELECTROCHEMICAL MACHINING (ECM). Распространены установки для получения рабочей поверхности пера лопатки турбореактивных двигателей, данные станки позволяют получать готовые изделия с минимальным применением доводочных, слесарных операций, требующих больших затрат времени и высококвалифицированного персонала. Повысить технологичность и производительность станков можно с помощью создания программного управления. Для этого можно использовать модификацию метода граничных элементов, разработанную Петровым А.Г.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Todd, H. Robert; Allen, K. Dell; Alting, Leo	Manufacturing Processes Reference Guide 1994	Brigham Young University (BYU) and a fellow of the American Society for Engi- neering Education	Справочное руководство производственных процессов предоставляет подробное описание более 125 важнейших технологических процессов для современной промышленности. Предоставлена информация, необходимая для определения необходимого процесса под конкретное требование производства. Книга предназначена помочь интегрировать инженерную деятельности по дизайну и изготовлению путем предоставления легко доступной информации о производственных процессах.
2	B. Bingham	The Effect of Electrolyte Flow Slots in Tooling Elec- trodes on Workpiece Surface Finish in Electrochemical Machining	Oregon State University, Corvallis, OR, USA	Электрохимическая обработка (ЕСМ) представляет собой щадящую технологию снятия припуска без искрообразования. ЕСМ имеет много преимуществ перед обычной механической обработкой: нет износа инструмента, не индуцируются механические или термические напряжения, высокий уровень удаления практически не зависит от твердости материала.  Однако проблемы могут возникать при проектировании электродов из-за влияния электролита на конечную форму анодной заготовки. В книге предложена модель для прогнозирования изменений поверхности электрода. Благодаря использованию этой модели, можно спрогнозировать и более точно проектировать силу тока электролита для соблюдения допусков.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы авто- ра/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	В. П. Житников, А. Н. Зайцев	Импульсная электрохимическая размерная обработка	ООО «ЕСМ» – крупнейший российский производитель высокотехнологичных электрохимических станков	Излагаются подходы к математическому моделированию физико-химических процессов, сопровождающих импульсную электрохимическую обработку. Особое внимание уделено вопросам верификации и обоснования начальных и краевых условий при постановке задач. Сформулированы рекомендации по интенсификации и расширению технологических возможностей процесса импульсной ЭХО.

## 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	American Society of Mechanical Engi- neers	<a href="http://www.memagazine.org/backissues/membersonly/nov01/features/makcut/makcut.html">http://www.memagazine.org/backissues/membersonly/nov01/features/makcut/makcut.html</a> accessed 02.23.2010	Американское общество инженеров

## 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Todd, H. Robert;	Brigham Young University (BYU) and a fellow of the American Society for Engineering Education	
2	Allen, K. Dell;	Brigham Young University (BYU) and a fellow of the American Society for Engineering Education	
3	Alting, Leo	Brigham Young University (BYU)	

		and a fellow of the American Society for Engineering Education	
4	Valenti, Michael	American Society of Mechanical Engineers	

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Зайцев А.Н.	Генеральный директор ООО «ЕСМ»	Инженер
2	Житников В.П.	Член коллектива ООО «ЕСМ»	Механика, математическое моделирование

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	ЭХО	ЕСМ	ЕСМ – ElectroChemical Machining

#### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	ЭХО	ООО «ЕСМ» ул. 50 лет СССР, д. 39 г. Уфа, 450071 тел.: +7 347 246-27-82	Авторский коллектив ООО «ЕСМ» имеет более чем 30-летний опыт работы в области электрохимии. За это время им созданы 12 серийных моделей электрохимических станков, освоено и внедрено более сотни технологических процессов в России и за рубежом, опубликованы 7 монографий, около 300 статей, получено более 100 патентов на изобретения.

### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	1	American Society of Mechanical Engineers	<a href="http://www.memagazine.org/backissues/membersonly/nov01/features/makcut/makcut.html">http://www.memagazine.org/backissues/membersonly/nov01/features/makcut/makcut.html</a> accessed 2/23/2010 (США)

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ООО «ЕСМ»	ул. 50 лет СССР, д. 39 г. Уфа, 450071 Тел.: +7 347 246-27-82 (0)	Работы в области электрохимии.

### **3.2 Технология моделирования и производства нетрадиционных видов зацепления (в частности, эксцентриково-циклоидального зацепления – ЭЦЗ)**

Эксперт: Бубенчиков Алексей Михайлович

Ученая степень: доктор физико-математических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет (ТГУ)»

Должность: заведующий кафедрой

Участие в научных, профессиональных сообществах:

Заслуженный работник высшей школы, академик МАНЭБ;

член-корреспондент РАЕН;

действительный член МАНЭБ;

член-корреспондент РАЕН;

член докторского диссертационного совета по механике жидкости газа и плазмы;

член докторского диссертационного совета по математическому моделированию, численным методам и комплексам программ, член Совета НИИПММ;

член Совета ТГУ;

член редакционного совета журнала «Вестник ТГУ. Математика и механика».

### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Технология моделирования и производства нетрадиционных видов зацепления найдет свое применение, прежде всего в сфере национальной обороны, при производстве тяжелой автомобильной техники, произведенных на предприятиях КамАЗ, БелАЗ и далее, вплоть до бытовой сферы (угло-шлифовальные машины и т.д.). Параллельно будет идти внедрение нового вида зацепления, а также теоретических методов его обоснования в технику за рубежом. Однако, за нашей страной остается приоритет в разработке и создании первых образцов техники и разработке математического описания используемого для их изготовления. Изменится также технология металлообработки, поскольку понадобится более высокая точность изготовления деталей и меньший шаг подачи фрезы в каждом из координатных направлений, что потребует нового математического обеспечения для станков с числовым программным управлением.

Сфера распространения технологии касается всех видов транспорта: наземного, водного и воздушного, а также производства насосов различного назначения, лентопротяжных механизмов, поворотных устройств и т.д.

Получаемые модернизированным оборудованием, ЭЦ-трансмиссионные системы должны удовлетворять следующим свойствам:

- увеличение срока службы от 2 до 5 раз;
- снижения абсолютного значения уровня шума при работе трансмиссии как минимум на порядок;
- увеличения интегрального КПД трансмиссии до 99,9 % (сейчас до 86 %);
- снижение веса трансмиссии при установленных параметрах мощности от 40 % до 60 %.

Немаловажное значение имеет экологический аспект, состоящий в том, что ЭЦ-редукторы не нагреваются, в них не горит смазка. Еще более важное значение имеет надежность устройств, созданных на основе ЭЦ-зацепления, что делает безопасным любое транспортное средство.

Технология предполагает создание математического обеспечения станков с ЧПУ, представляющего собой программный пакет, интегрируемый в рабочую среду данного станка.

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведе- ния исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Радзевич С.П.	Кратко о кинематическом методе и об истории уравнения контакта в форме $n \cdot V = 0$	Детройт [Электронный ресурс] Теория механизмов и машин: портал для профессионалов и студентов. – URL: <a href="http://tmm.spbstu.ru/15/radzevich_15.pdf">http://tmm.spbstu.ru/15/radzevich_15.pdf</a> .	Общие вопросы касания рабочих поверхностей. Работы по геометрии зацеплений являются наиболее значимыми для развития методов математического моделирования работы СПД.
2	Радзевич С.П.	Возможности решения задачи синтеза наивыгоднейшего процесса формообразования заданной поверхности детали СТИН. (станки инструмент). – 2010. – № 1.	Детройт	

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы авто- ра/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	В. П. Житников, А. Н. Зайцев	Импульсная электрохимическая размерная обработка	ООО «ЕСМ» – крупнейший российский производитель высокотехнологичных электрохимических станков	Излагаются подходы к математическому моделированию физико-химических процессов, сопровождающих импульсную электрохимическую обработку. Особое внимание уделено вопросам верификации и обоснования начальных и краевых условий при постановке задач. Сформулированы рекомендации по интенсификации и расширению технологических возможностей процесса импульсной ЭХО.
2	В.В. Становской С.М. Казакиявичюс Т.А. Ремнева В.М. Кузнецов А.М.Бубенчиков Н.Р. Щербаков Й. Шмидт	Двухступенчатый редуктор на основе эксцентриково-циклоидального зацепления (зацепление ExCyGear)	ЗАО «Технология маркет» Томск ТГУ Бурятский государственный университет	Математическое обоснование нового вида зацепления
3	А.М. Бубенчиков Н.Р. Щербаков В.В. Становской С.М. Казакиявичюс Т.А. Ремнёва	Математическое моделирование работы зубчатой реечной передачи с эксцентриково-циклоидальным зацеплением	Томский государственный университет	Математическое обоснование нового вида зацепления
4	Щербаков Н.Р.	Оптимизация параметров нового зацепления колёс с криволинейными зубьями	Томский государственный университет	Математическое обоснование нового вида зацепления
5	Бубенчиков А.М. Щербаков Н.Р.	Математическое моделирование динамики нового вида зацепления	Томский государственный университет	Математическое обоснование нового вида зацепления

		в передаточных механизмах		
6	Щербаков Н.Р.	Компьютерная модель динамического состояния зубчатой реечной передачи с зацеплением нового вида	Томский государственный университет	Математическое обоснование нового вида зацепления

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	ЭЦ-зацепление, новый вид зубчатого зацепления – фундаментальная ресурсо- и энергосберегающая разработка в области машиностроения	<a href="http://ec-gearing.ru/">http://ec-gearing.ru/</a>	Разработан новый вид зацепления, названный эксцентриково-циклоидальным (ЭЦ), на основе которого возможно изготовление практически любого типа редуктора (цилиндрические, планетарные и конические ЭЦ-редукторы, а также реечные ЭЦ-передачи для механизмов с прямолинейным перемещением).

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Радзевич С.П.	Детройт	Общие вопросы касания рабочих поверхностей. Работы по геометрии зацеплений являются наиболее значимыми для развития методов математического моделирования работы СПД.

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Становской	ЗАО «Технология маркет»	Изобретатель формы рабочей поверхности эксцентриково-

	Виктор Владимирович	Томск	циклоидального зацепления
2	Бубенчиков Алексей Михайлович	ЗАО «Технология маркет», Томский государственный университет	Наномеханика, системы передачи движения.
3	Щербаков Николай Романович	ЗАО «Технология маркет», Томский государственный университет	Машиностроение, редукторостроение, формообразование поверхностей деталей. Математическое моделирование динамического состояния деталей передаточных механизмов

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Eccentric-cycloidal gearing или (ЕС- gearing)	Эксцентриково-циклоидальное зацепление (ЭЦ-зацепление)	Рассматривается как перспективный способ передачи движения
2	Система передачи движения (СПД), контактные задачи механики, напряженно-деформированное состояние		

#### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Технология проектирования трансмиссий для изделий объединений КамАЗ	Томск ЗАО «Технология маркет»	Повышение долговечности, надежности и бесшумности передачи
2	Технология проектирования трансмиссий для изделий объединений КамАЗ, БелАЗ	Томск ЗАО «Технология маркет»	Повышение долговечности, надежности и бесшумности передачи
3	Технология проектирования	Томск	Повышение долговечности, надежности и бесшумности передачи

	трансмиссий для создания Ё-мобиля.	ЗАО «Технология маркет»	
4	Технология изготовления редукторов для станков-качалок, используемых в нефтедобывающей отрасли	Томск ЗАО «Технология маркет»	Повышение долговечности, надежности и бесшумности передачи

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Фирма SEW-Eurodrive	Германия	Изготовление поверхностей, их тестирование путем ввода в компьютерную программу станка с ЧПУ. Испытание опытных образцов.
2	Фирма Chiron	Германия	Разработка технологии серийного изготовления ЭЦ-колес
3	Университет г. Ахен	Германия	Теоретические исследования в области ЭЦЗ

#### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ЗАО «Технология маркет»	Томск, пр-т Академический, д. 8/8ИНН: 7020032042	Работы по проектированию и изготовлению образцов трансмиссионного оборудования на основе ЭЦ-зацепления.
2	Томский государственный университет (НИИ прикладной математики и механики)	Томск, пр. Ленина, 36. ИНН 7018012970	Геометрическое и математическое обоснование новых видов зацеплений

### **3.3 Технология управления рабочим процессом двигателя внутреннего сгорания на альтернативном топливе**

Эксперт: Анисимов Илья Александрович

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет»

Должность: доцент кафедры

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

В настоящее время, в период стабильного роста цен на жидкое топливо (бензин, дизельное топливо) всё более актуален вопрос перевода транспорта на альтернативное, газовое топливо (природный газ). Анализируя ситуацию на рынке нефтепродуктов и осознавая, что запасы нефти ограничены, можно сделать вывод, что в ближайшее время другой альтернативы газовому топливу не существует. Работа транспорта на топливе, получаемом из сельскохозяйственных культур, скорее всего не может являться альтернативой нефтяным, так как вызовет всплеск цен на продукты питания и использование данного вида энергоносителя будет ограничено на международном уровне.

До полномасштабного перехода на газовое топливо есть определенное время, но уже сейчас необходимо решать некоторые проблемные вопросы, с которыми сталкиваются при работе транспорта на газе. Например, при эксплуатации транспорта в России большое внимание уделяется природно-климатическим факторам. А учитывая то, что зона холод-

ного климата занимает самую большую часть территории нашей страны – около 70 % (центральные и северные части России, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток), следовательно, на значительной части России преобладают низкие температуры окружающего воздуха. В данных низкотемпературных условиях, возникают сложности при эксплуатации газобаллонных автомобилей. При работе в этих условиях изменяется расход топлива – это связано с изменением процессов смесеобразования и сгорания. Именно необходимость эксплуатации автомобилей на газовом топливе в условиях низких температур воздуха является основным сдерживающим фактором для перехода на этот вид энергоносителя.

В настоящее время ведется ряд исследований по обеспечению работы транспорта на газовом топливе в условиях низких температур воздуха. Существует два направления развития технологии хранения газа на автомобиле, это повышение давления газа в баллоне, путем одновременного уменьшения его веса и сжижение природного газа. Однако эти технологии требуют повышения их эффективности для снижения энергозатрат при сжижении и развитие технологии изготовления баллонов из композитных материалов. В настоящее время перевод транспорта на газ производится путем установки дополнительного комплекта оборудования на существующий ДВС. В связи с различными физико-химическими свойствами топлив не удастся добиться высокой эффективности работы транспорта на двух топливах. Требуется разработка ДВС работающего только на газе.

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведе- ния исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Dario Lukarelli	Future Belongs to ethane		Д. Лукарелли Будущее за метаном Перспективы развития технологий создания топлива на базе метана
2	Frank Haberli	Infrastructure Creation for Gasification of the Motor Transport: Decisions Exist		Ф. Хэберли Создание инфраструктуры для газификации автомобильного транспорта: решения существуют

### 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы авто- ра/место проведения ис- следований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Довбиш А., Передельский В., Дарбинян Р.	Сравнение бортовых топливных систем авто-транспорта, работающих на сжиженном природном газе. «Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо». 2009. № 3. С. 18-24	ОАО «Криогенмаш»	Рассмотрены ряд постулатов по внедрению технологий СПГ в транспортные системы и обосновать доводы для их принятия
2	Певнев Н.Г., Кириллов В.А., Бризицкий О.Ф., Бурцев В.А.	Перспективы использования газобаллонных автомобилей с бортовым генератором синтез-газа. «Транспорт на альтерна-	Н. Г. Певнев, зав. кафедрой, профессор Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ),	В статье показана динамика изменений требований к составу отработавших газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и предлагаются мероприятия по уменьшению вредных компонентов в их составе. В качестве ключевого вопроса улучшения экологических и экономиче-

		тивном топливе». 2010. № 3. с. 40-45.	д.т.н., В.А. Кириллов, зав. лабораторией инсти- тута катализа Сибирского отделения РАН, д.т.н., О.Ф. Бризицкий, зам. главного конструктора РФЯЦ «ВНИИЭФ», В.А. Бурцев, главный конструктор ООО «Газомотор-Р»	ских показателей ДВС рассматривается применение альтернативных топлив, в частности, природного газа метана и добавки синтез-газа (водородсодержащей смеси) к основному топливу. В подтверждение приводятся результаты пробеговых испытаний автомобиля «Газель» на различных топливах.
3	Ерохов В.И.	Современная концепция совершенствования газовой аппаратуры нового поколения ДВС с принудительным воспламенением. «Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо». 2007. № 4. с. 75-80.	МГТУ (МАМИ)	Совершенствование экологических и экономических параметров современных ДВС при одновременном сохранении их энергетических и динамических.
4	Резник Л.Г., Анисимов И.А., Барков В.Н.	Концепция перевода транспорта на компримированный природный газ в условиях тюменской области	Тюменский государственный нефтегазовый университет	В работе рассмотрены вопросы влияния низких температур окружающего воздуха на выбросы вредных веществ с отработавшими газами двухтопливных автомобилей работающих на компримированном природном газе и бензине с учётом изменения температуры отработавших газов.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Журнал «Альтернативное топливо»	<a href="http://fyuel-alternativ.uaprom.net">http://fyuel-alternativ.uaprom.net</a>	Журнал предоставляет эксклюзивные аналитические обзоры рынков, отслеживает влияние на них политических событий и решений, нормативную базу

			стран СНГ и ее изменения, котировки и цены на традиционные и возобновляемые энергоресурсы, реакция фондовых рынков, новые технологические решения и достижения в сфере альтернативной энергетики, а также в каждом номере – конкретные примеры деятельности компаний в «альтернативном» сегменте, и их детальный анализ. В постоянном поле нашего зрения – рынки биоэтанола, биодизеля, биогаза, пеллет и брикетов, солнечной и ветровой энергетики, а также энергоэффективных технологий и оборудования.
2	Научно-технический журнал «АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо»	<a href="http://www.agzk-at.com">http://www.agzk-at.com</a>	Большое внимание в журнале уделяется технологиям применения сжиженного природного газа (СПГ) – метана как в двигателях внутреннего сгорания, так и в жилищно-коммунальном хозяйстве для замены газопроводов в отдаленных местах Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера, где подводка трубопроводов нецелесообразна.
3	Научно-технический журнал "Транспорт на альтернативном топливе"	<a href="http://ngvrus.ps1.su/">http://ngvrus.ps1.su/</a> <a href="http://metaninfo.ru/">http://metaninfo.ru/</a>	Журнал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, специалистов НИИ, предприятий и фирм, деятельность которых связана с тематикой журнала, а также для читателей, интересующихся вопросами перевода транспорта на новые виды топлива.

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Габриэль Гоцци	Президент Международной газомоторной ассоциации	Развитие транспорта на природном газе в Европе
2	Манэль Лахе	Генеральный директор Европейской газомоторной ассоциации	Развитие транспорта на природном газе в Европе
3	Штефан Верман	Соруководитель «Газпром Германия ГмбХ»	Развитие транспорта на компримированном природном газе ()
4	Павел Новак	Управляющий по использованию газа на транспортных средствах, Чешская газовая ассоциация	Поддержка и развитие использования КПГ на транспорте.

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Анисимов И.А.	Тюменский государственный нефтегазовый университет	Эксплуатация автомобильного транспорта, альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте, организация и безопасность дорожного движения
2	Эртман Ю.А.	Тюменский государственный нефтегазовый университет	Эксплуатация автомобильного транспорта, альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте, организация и безопасность дорожного движения

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Liquefied natural gas	СПГ	сжиженный природный газ
2	Двигатель внутреннего сгорания, альтернативное топливо, газобаллонное оборудование		

### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Технология создания автомобиля на сжиженном природном газе	Лентрансгаз	Вместимость криогенного бака – 297 л, рабочее давление до 1,6 МПа, время бездренажного хранения до 5 суток, масса бака, заправленного СПГ, 320 кг и пробег без дозаправки 300 км
2	Технология производства криогенного оборудования	ООО "Криомаш – БЗКМ" ОАО «НАЦИОНАЛЬНЫЕ ГАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» ЗАО "КРИОНОРД"	Выпуск криогенного оборудования в России

### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Фирма Volvo Trucks	Швеция www.volvo.com	Международное сотрудничество в сфере применения сжиженного природного газа (СПГ) – метана в качестве моторного топлива для коммерческого автотранспорта
2	Фирма Audi	Германия www.audi.com	
3	Компания Compair	Финляндия www.compair.com	Ведущий мировой поставщик, производящий высокоэффективные и экономичные компрессоры и вспомогательное оборудования для различных задач.

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	МАДИ	125319, Москва, Ленинградский проспект, 64 ИНН 7714029600	www.madi.ru/
2	ТюмГНГУ	Тюмень, ул. Володарского 38 ИНН 7203093420	www.tsogu.ru
3	СибАДИ	644080, г. Омск, проспект Мира, 5 ИНН 5502029210	http://www.sibadi.org/
4	ОАО «Национальные газовые технологии»	620007, г. Екатеринбург, Сибирский тракт 16 км, д 2 ИНН: 6672273360	Разработка проектов промышленных процессов и производств, относящихся к электротехнике, электронной технике, горному делу, химической технологии, машиностроению, а также в области промышленного строительства, системотехники и техники безопасности http://www.ngt-holding.ru/
5	ОАО «Автоваз»	Самарская область, г. Тольятти, Южное шоссе, 36 ИНН: 6320002223	Производство легковых автомобилей http://www.lada.ru/
6	ОАО «КамАЗ»	423808, г. Набережные Челны, проспект Мусы Джалиля, 29 ИНН 1650032058	Производство грузовых автомобилей http://www.kamaz.ru/

### **3.4 Технологии разработки нового поколения судов, летательных аппаратов и двигателей с улучшенными тактико-техническими данными, экономичностью, ресурсом, удобством обслуживания и их сопровождения при эксплуатации**

Эксперт: Кривошеев Игорь Александрович

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Должность: декан факультета авиационных двигателей, профессор кафедры авиационных двигателей

Участие в научных, профессиональных сообществах:

Заслуженный деятель науки Республики Башкортостан;

член Межведомственного совета по прямоточным двигателям МинПромТорга РФ

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

В настоящее время во всех передовых странах при создании судов и летательных аппаратов новых поколений, их двигателей и движителей, силовых установок (СУ) и вспомогательных силовых установок (ВСУ), большое внимание уделяется повышению тактико-технических данных, надежности, удобства эксплуатации и сокращению эксплуатационных затрат. Это достигается за счет создания судов и летательных аппаратов и двигателей новых поколений с улучшенными тактико-техническими данными, экономичностью, ресурсом, удобством обслуживания и поддержки в эксплуатации (в зарубежной терминологии *support* – «поддерживаемость»). Лопаточные машины (ЛМ) являются основным элемен-

том современных судовых и авиационных двигателей и движителей. Их характеристики, надежность, удобство эксплуатации в существенной мере определяют соответствующие характеристики двигателей, судов и ЛА в целом.

В настоящее время развиваются новые подходы к проектированию лопаточных машин (МОС – метод отслеживания струй), использование подвижных Лагранжевых сеток, использование обобщения экспериментальных данных для выявления закономерностей протекания характеристик решеток профилей, ступеней, каскадов и ЛМ, их использования при планировании новых экспериментов и испытаний, при диагностике состояния ЛМ и т.д.). Все шире используются новые конструкторские решения – широкохордные и полые лопатки, рабочие моноколеса (блиски). Возможность их применения тесно связана с использованием новых материалов – композиционных (с полимерной и металлической матрицей), наноструктурных и т.д., а также новых технологий изготовления – сварка трением при изготовлении моноколес (блисков), специальные технологии изготовления полых лопаток и лопаток из композиционных материалов.

Поэтому целесообразно начать разработку методов и средств, обеспечивающих проектирование и изготовление судовых и авиационных лопаточных машин для движителей и двигателей с использованием новых подходов, новых материалов, конструкторских решений и технологий. Для этого есть соответствующие условия. В России в ЦКТИ, ЦНИИ им. Крылова, в ЦИАМ, в ряде судостроительных, самолетных, авиамоторных, энергомашиностроительных и агрегатных ОКБ и заводов (ОАО Аэросила, ОАО Гидравлика, НПП Мотор), в авиационных и судостроительных университетах (в том числе в НИЛ САПР-Д, на кафедрах АД, АТиТ, ПГМ УГАТУ) имеются группы квалифицированных разработчиков, работающих в этой области, включая ведущих специалистов, докторов и кандидатов технических наук, аспирантов, докторантов и соискателей (работающих в промышленности). Создан существенный задел в области моделирования рабочих процессов и автоматизированного проектирования лопаточных машин, создания средств для организации разработки и экс-

плуатации судовых и авиационных СУ и ВСУ различных типов, их узлов и систем. При этом будет использован имеющийся опыт разработки и эксплуатации судовых и авиационных ГТД и лопаточных машин в их составе.

Создание опережающих технологий в этой области позволяет не только догнать, но и опередить западных конкурентов. Именно на это целесообразно направить выполнение данного проекта.

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Программа ИНРТЕТ	Программа Integrated High Performance Turbine Engine Technology (создания революционных технологий для улучшения характеристик силовых установок при низкой стоимости их производства и технического обслуживания для новейших и существующих самолетов)	МО США, ДАРПА	Разрабатываются "узловые" технологии (демонстраторы, их узлы и системы); "детальные" технологии (конструкционные материалы, численные методы, принципы конструирования, уменьшение стоимости. Основу программы ИНРТЕТ составляют программы создания демонстраторов, в которых оцениваются технологии, разработанные для различных типов ВРД.
2	Программа VAATE	Программа Versatile Affordable Advanced Turbine Engine (технологии, обеспечивающие увеличение доступности ГТД в 10 раз)	МО США, ДАРПА	Разработка технологий, обеспечивающих увеличение доступности ГТД в 10 раз по сравнению с уровнем, достигнутым по программе ИНРТЕТ.

3	Программа UEET	Программа Ultra Efficient Engine Technology (разработка высоконагруженных лопаточных машин; материалов и создание конструкций с высоким уровнем показателей, снижение шума)	НАСА, ДАРПА	Уменьшение уровня шума, чтобы обеспечить конкурентоспособность продукции США в XXI веке.
---	----------------	---	-------------	--

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, издание, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Под общей редакцией д. т. н. В. А. Скибина, к. т. н. В. И. Солонина	Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний по созданию перспективных авиационных двигателей (аналитический обзор)	ЦИАМ	
2	Белоусов А.Н., Мусаткин Н.Ф., Радько В.М., Кузьмичев В.С.	Проектный термогазодинамический расчет основных параметров авиационных лопаточных машин	Самарский государственный аэрокосмический университет	
3	Кривошеев И.А.	Интегрированная логистическая поддержка производства и эксплуатации авиационных двигателей и энергоустановок	УГАТУ	
4	Кривошеев И.А.	Проектирование и изготовление газотурбинных двигателей и газотурбинных	Казанское моторостроительное производственное объединение, ОАО	

		электростанций	<a href="http://www.kmpo.ru">www.kmpo.ru</a>	
5	Палкин В.А., Соркин Л.И.	Семейство двигателей CFM56 – лидер на рынке гражданских двигателей	ЦИАМ	

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Сатурн, НПО, ОАО	<a href="http://www.npo-saturn.ru">www.npo-saturn.ru</a>	
2	Авиадвигатель (УК Пермский моторо- строительный ком- плекс), ОАО	<a href="http://www.avid.ru">www.avid.ru</a>	
3	Салют, ММПП, ФГУП	<a href="http://www.salut.ru">www.salut.ru</a>	

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Philip J. Haley	Rolls-Royce	

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Кривошеев И.А.	Уфимский государственный авиа- ционный технический университет	Моделирование, системное автоматизированное проектирование двигателей летательных аппаратов и энергоустановок, их узлов и систем (компрессоров, турбин, САУ), информационная поддерж- ка жизненного цикла (CALS, ИЛП), включая диагностику, авто- матизацию испытаний
2	Григор Б.П.	СНТК им. Н.Д. Кузнецова, Самара	

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Blisk	Блиск	Рабочее моноколесо (компрессора, турбины), в котором лопатки жестко скреплены с диском или изготовлены вместе с ним
2	Sepot		Пригодность изделия к поддержке в эксплуатации
3	Лопаточная машина, воздушный винт, гребной винт, вертолетный винт, композиционный материал, наноструктурный материал, широкохордная лопатка, полая лопатка		

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Разработка компрессоров и турбин для ТРДД ПД-14.		
2	Производство компрессоров и турбин для ВСУ ТА-6А, ВД-100.	ОАО «Гидравлика»	
3	Технологии создания широкохордных лопаток из композитных материалов на основе бора и углерода с металлической матрицей из алюминия или магния.	ОАО «НПП Мотор»	

### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Фирма Allison	США	
2	Фирма Lockheed Martin	США	
3	Фирма Boeing	США	

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ЦНИИ им. Крылова	196158, г. Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44 ИНН: 7810213747	
2	ЦИАМ	111116, Россия, Москва, ул. Авиамоторная, 2. ИНН: 7722016820	
3	ЦАГИ	140180 Россия, г. Жуковский, Московская область ул. Жуковского, 1 ИНН: 5013009056	

## **5. Новые материалы и композиции (конструкции) из материалов (включая композиционные материалы различных типов, материалы с заранее заданными свойствами)**

### **5.1 Композиционные материалы для производства разворачиваемых космических конструкций большого объема**

Эксперт: Смердов Андрей Анатольевич

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»

Должность: профессор кафедры

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

В рамках международных проектов INTAS 94-700/701 и INTAS 00-0652 в 1994-2005 гг. проведены совместные исследования со специалистами Беларуси, Германии, Испании и Франции в области теплофизики высокотемпературных теплозащитных материалов для перспективных многоразовых космических аппаратов, результаты которых имеют мировой уровень.

Научно-технический задел имеется в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В результате проведенных ранее исследований совместно с РКК «Энергия» им. С.П. Королева были получены уникальные результаты моделирования температурного и напряженно деформированного состояния крупногабаритных космических конструкций типа фермы «СОФОРА» орбитального комплекса «МИР», крупногабаритного рефлектора

(диаметр 14 м) антенны перспективного спутника связи, для работы на геостационарной орбите. Для моделирования использовались собственные оригинальные программы конечно-элементного анализа пакета «CAR». Были получены теоретические данные о температурных полях, напряжениях и деформациях в тонкостенных элементах композитных конструкций сложной формы, свидетельствующие о сложной динамике термомеханического поведения конструкций. Существенно, что полученные результаты хорошо совпали с результатами независимых расчетов, проведенных в рамках международной кооперации с итальянскими специалистами из фирмы Alenia Spacio по вычислительным программам Европейского космического агентства ESATAN EASARAD и с экспериментальными данными, полученными при тепловых испытаниях в Европейском центре космических исследований и технологий в г. Нордвейк, Нидерланды.

Для выполнения задач настоящего проекта весьма полезен также опыт испытания элементов натуральных стержневых космических конструкций, проведенных по методикам МГТУ им. Н.Э. Баумана на испытательных установках и стендах в ОАО «НПП «Технология», г. Обнинск, ОАО «НПО «Молния», «ОАО «ВПК «НПО машиностроения», г. Реутов.

#### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы авто- ра/место проведения ис- следований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	L.Vandenbossche, S. Jacobs и др.	New magnetic materials for rotating machines. Доклад на конф. Inductica, 2012.		
2	F.Herget	New Challengers for Electrical Steel. Доклад на конф. Inductica, 2012.		

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	А. Стратиенко	Современные магнитные материалы и индуктивные компоненты VACUUMSCHMELZE. Компоненты и технологии №9 2006 г.		
2	Цветкова Е.М, Филонов М.Р., Аникин Ю.А, Язвицкий М.Ю.	Исследование рельефа контактной и свободной поверхностей аморфных и нанокристаллических лент, полученных закалкой из расплава на вращающемся барабане-холодильнике. Изв. ВУЗов, 2011.		
3	Молотилев Б.В, Корниев Б.А, Язвицкий М.Ю.	Энергосберегающие трансформаторы: гибрид металлургии и электромашиностроения. Малые производства, №1, 2004.		
4	Молотилев Б.В., Бродов А.А.	Магнитные материалы – разработки, производство, экономика. Сталь №7, 2009г.		

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	«Королёвские чтения»	<a href="http://www.korolevspace.ru/">http://www.korolevspace.ru/</a>	
2	Федеральное космическое агентство	<a href="http://www.federalspace.ru/">http://www.federalspace.ru/</a>	

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Vandenbossche Lode P.	ArcelorMittal, Luxembourg	
2	Jacobs, Sigrid Joshua	ArcelorMittal, Luxembourg	

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Смердов Андрей Анатольевич	МГТУ им. Н.Э. Баумана	Расчеты, проектирование и экспериментальная отработка композитных элементов изделий ракетно-космической техники

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Deployable structures	Развертываемые конструкции	
2	Transformable frame	трансформируемый каркас	
3	композиционные материалы, напланетные сооружения, герметичность, теплоизолирующая способность, корпускулярная радиация,		

полимерные плёночные материалы, пеноизоляторы, гибридные композиционные материалы, память формы, воздухоопорные сооружения, многослойные оболочечные конструкции		
--	--	--

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Прототип космического отеля «Genesis Pathfinder»	Фирма Bigelow Aerospace	Легковесная «воздухоопорная» конструкция из полимерных КМ

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины	Украина, г. Киев	
2	Институт тепло-массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси	Беларусь, г. Минск	
3	Массачусетский технологический институт	США, г. Бостон	

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	МГТУ им. Н.Э. Баумана	105005 г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5 ИНН: 7701002520	
2	РКК «Энергия» им. С.П. Королева	ул. Ленина, 4а, г. Королёв, Московская обл., Россия, 141070 ИНН: 5018037000	

## **Предложения по структуризации проблематики новых производственных технологий**

Системы управления производством, обеспечивающие эффективную логистику, взаимодействие между исполнительными устройствами (включая «Интернет вещей», гибкую перестройку производственных линий под индивидуализированные заказы) скорее всего, включают в себя, в том числе Системы контроля производственных процессов.

Предложение по дополнению: «Новые высокоскоростные комбинированные системы неразрушающего контроля, ранней диагностики, непрерывного мониторинга и подавления повреждений, вызывающих внезапное разрушение конструкционных материалов авиакосмической техники и транспортных средств». Они могут быть использованы как в системах обеспечения безопасности полетов и увеличения технического ресурса высокоскоростных транспортных средств и летательных аппаратов нового поколения, так и в промышленных автоматизированных технологиях обработки материалов для увеличения производительности труда, сокращения неквалифицированного технического персонала и т.д.

Существующая группировка технологий не учитывает потенциал биотехногенных систем на базе 3D принтеров. Нужен качественно новый подход к решению группировке (классификации) производственных технологий. Прежде всего, требуется коренной пересмотр Международной патентной классификации, которую необходимо строить по морфологическому принципу, согласно которому морфемы (значимые части слов) всегда пишутся одинаково, независимо от произношения.

## **Предложения по формированию программы государственной поддержки развития нового поколения производственных технологий**

1. Новые высокоскоростные комбинированные системы неразрушающего контроля, ранней диагностики, непрерывного мониторинга и подавления повреждений, вызывающих внезапное разрушение конструкционных материалов авиакосмической техники и транспортных средств нового поколения.

2. Провести на базе ЦАГИ разработку отечественного комплекса CFD-исследований. Вычислительная гидродинамика (англ. Computational fluid dynamics, CFD) – подраздел механики сплошных сред, включающий совокупность физических, математических и численных методов, предназначенных для вычисления характеристик потоковых процессов.

3. Конкуренентоспособность электрохимической технологии и оборудования низка в связи с отсутствием САПР. В настоящее время технолог пользуется тем софтом, который есть, типа Автокада. Создают 3D-модель детали и, пользуясь возможностями софта, рисуют эквидистанту (линию, равноотстоящую от обрабатываемого контура детали). Эта начальная форма электрод-инструмента даёт погрешность, выходящую за допуски, и итерационным методом доводят эту форму до получения желаемого результата. И долго и дорого, а главное, количество итераций напрямую связано с опытом технолога, его интуиции, наличия шестого чувства. То есть, вместе со станком надо продавать и технолога.

В связи с этим назрела настоятельная необходимость создания системы автоматизированного управления станком (САПР). Предлагается осуществить такую систему на базе модификации метода граничных элементов, разработанной Петровым А.Г.

4. Создать центр по проектированию и изготовлению биотехногенных систем на базе 3D принтеров, позволяющих на качественно новом уровне решать проблемы национальной безопасности.

5. Пересмотреть многие специальности в системе среднего профессионального образования (СПО) и высшего профессионального образования (ВПО) на предмет включения в них дисциплины «Техногенные системы» и одновременно предусмотреть по данной дисциплине курсовой проект.

## **МАТЕРИАЛЫ**

**аналитической группы по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники**

**«Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика»**

**«Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий с привлечением экспертов**

**Федерального реестра»**

**1. Системы контроля производственных процессов (датчики и соответствующие системы обработки данных, обеспечивающие контроль и регулировку параметров обрабатываемых изделий и технологических процессов).**

**1.1. Электромашинно-полупроводниковые маховичные накопители энергии для повышение надежности и качества электроснабжения**

Эксперт: Рутберг Филипп Григорьевич

Ученая степень: Доктор технических наук

Ученое звание: Академик РАН

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики и электроэнергетики Российской академии наук

Должность: Директор

Участие в научных, профессиональных сообществах: Член Международной Инженерной Академии;

– член AIAA , IEEE;

-член программных и организационных комитетов российских и международных конференций по плазменной физике, электрофизике и импульсной технике, энергетике, электротехнике.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В настоящее время в энергосистемах стабилизация напряжения обеспечивается с достаточно высокой скоростью за счет регулирования величины реактивной мощности генераторов и компенсаторов реактивной мощности.

Основным методом обеспечения устойчивости энергосистем при значительном снижении частоты остается использование автоматического ограничения снижения частоты (АОСЧ). Для выполнения этих функций АОСЧ осуществляет автоматический частотный ввод резерва при снижении частоты ниже минимально допустимых значений и автоматическую частотную разгрузку (АЧР) при снижении частоты ниже 49,0 Гц. АЧР осуществляется путем отключения потребителей и является крайне нежелательной.

Оптимальным способом поддержания устойчивости является введение в энергосистему накопителей энергии различного типа. Маховичные накопители энергии существенно дешевле, чем аккумуляторные и гидроаккумулирующие накопители энергии, имеют срок службы не менее 25-30 лет. Энергоемкость маховичных накопителей энергии весьма велика и достигает 110-150 кДж/кг для маховика из титана и 1600 кДж/кг для маховика из углеродного волокна, что превышает энергоемкость лучших аккумуляторных батарей.

Использование маховичных агрегатов для повышения запаса по мощности энергосистем может дать значительный экономический эффект.

Маховичный электрический генератор синхронного типа мощностью порядка сотен МВт в течение длительного времени использовался в сочетании с полупроводниковыми преобразователями для формирования импульса мощности постоянного тока в системах электропитания крупных физических установок.

Разработка, производство и внедрение в энергосистемах маховичных накопителей энергии относится к новым производственным технологиям, основанным на внедрении информационных технологий и передового

программного обеспечения, автоматизации производственных процессов, применении высокоточных датчиков и информационных сетей и использовании передовых материалов и новых возможностей, связанных с научными достижениями в области физики, электротехники, металлургии и новых синтетических материалов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Glebov I.A., Kasharsky E.G., RutbergPh.G.	Synchronous Generators in Electrophysical Installations. LexingtonBooks, Massachusets, 187 p.	Институт электрофизики и электроэнергетики РАН	В монографии рассмотрено применение синхронных генераторов и маховиков для питания мощных установок физического эксперимента. Рассмотрены вопросы теории работы синхронных генераторов при питании мощных установок физического эксперимента. Рассмотрены конструкции маховиков с энергоемкостью до 10 ГДж. Показано, что маховичный синхронный генератор практически мгновенно набирает мощность.
2	G. Genta	Kinetic Energy Storage, Batterwoths, London, Boston, Sydney, Toronto, 400 p.	Dipartimento di Meccanica, Politecnico di Torino	В монографии рассмотрены вопросы проектирования маховиков большой энергоемкости изготавливаемых из высокопрочных металлов и композитных материалов. Рассмотрены конструкции маховиков большой энергоемкости, их подшипников, в том числе магнитных подшипников, конструкции корпусов маховиков и их вакуумных систем.
3	BillCapp	Beacon Power Corporation//Adour Capital Energy Technology Conference. September 15, 2011. 29 pages.	BeaconPowerCorp., USA	Описана изготовленная на фирме BeaconPowerCorp экспериментальная маховичная система мощностью 20 МВт с накопленной кинетической энергией 18 ГДж. Маховики маховичных генераторов выполнены композитными из углеродного и стекловолокна. Маховичная система размещена в Стефентауне и подключена к Нью-Йоркской энергосистеме. Общая стоимость установки в Стефентауне составила 45 миллионов долларов или 2,5 доллара за килоджоуль накопленной кинетической энергии. По прогнозам перспективный объем Американского

				Всемирного рынка для маховичных систем, аналогичных размещенной в Стефентауне, в ближайшее время достигает 1 миллиарда \$ и более.
4	ToshibaCo	ROTES Generator/Motorwith	ToshibaCo	ROTES состоит из генератора с регулируемой скоростью вращения и маховика. ROTES подавляет колебания частоты, вызываемые неожиданными быстрыми изменениями нагрузки в энергосистеме. Первая установка успешно работает на острове Окинава в Японии с 1996 года. Колебания частоты энергосистемы подавляются путем запасания электрической энергии в маховике или путем отбора электрической энергии из маховика. Мощность установки 26,5 МВА и отдаваемая энергия 200 МДж .
5	UciliaWang	Why FERC's energy storage ruling is important. Nov. 15, 2011, Сайт FERC.	FederalRegulatoryEnergyCommission	FederalRegulatoryEnergyCommission поручила разработать меры для поддержки технологий накопления энергии, которые позволят выдавать импульсы энергии в энергетические сети для того, чтобы помочь им работать при меньших колебаниях частоты и напряжения.
6	Ghahremani, E. ; Kamwa, I.	Analysing the effects of different types of FACTS devices on the steady-state performance of the Hydro-Québec network. IET Generation, Transmission&Distribution, (Volume:8 , Issue: 2	R&D Team, OPAL-RT Technol. Inc., Montreal, QC, Canada	Электрическая передающая система Гидро-Квебек является интернациональной системой расположенной в Квебеке (Канада) и частично в северной части Соединенных Штатов. Авторы рассматривают эффекты от применения различных устройств FACTS в системе Гидро-Квебек. Рассматривается и сравнивается эффект от применения ряда устройств FACTS.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
-------	-------	---	---	---

1	Глебов И.А., Кашарский Э.Г., Рутберг Ф.Г	Синхронные генераторы кратковременного и ударного действия, Л: Наука,, Ленинградское отделение, 1985г., 324 с.	Институт электрофизики и электроэнергетики РАН (ИЭЭ РАН).	В монографии рассмотрено применение синхронных генераторов кратковременного и ударного действия, в том числе маховичных генераторов в системах питания мощных физических установок. Показано, что маховичный синхронный генератор практически мгновенно набирает мощность
2	Рутберг Ф.Г., Гончаренко Р.Б., Кашарский Э.Г	Перспективы энергоснабжения в электрических сетях с пониженной динамической устойчивостью при помощи маховичных агрегатов// Известия РАН, Энергетика,1999, №3, с. 158-160.	Институт электрофизики и электроэнергетики РАН (ИЭЭ РАН).	В статье рассмотрено использование маховичного генератора переменного тока в электрических сетях с пониженной динамической устойчивостью.
3	Рутберг Ф.Г., Гончаренко Р.Б., Кашарский Э.Г., Ров	К вопросу использования маховичного генератора переменного тока как компенсатора колебаний активной мощности в энергосистеме// В книге: Проблемы создания и эксплуатации новых типов электроэнергетического оборудования (Вып.4),СПб.:ОЭЭП РАН, 2002,с. 23-33.	Институт электрофизики и электроэнергетики РАН (ИЭЭ РАН), Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы (НТЦ ФСК ЕС)	В статье рассмотрено использование маховичного генератора переменного тока как компенсатора колебаний активной мощности в энергосистеме.
4	Шакарян Ю.Г., Лабунец И.А.	Электромашинные устройства FACTS для объектов ЕРЭС. //	Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы	В статье рассмотрено использование электромашинных устройств FACTS для объектов Единой Российской Энергетической системы (ЕРЭС).

		ВНИИЭ, январь, 2006.	(НТЦ ЕС)	Термин Flexible Alternative Current Transmission System (FACTS) введен в обращение Институтом электроэнергетики EPRI (США). Показано, что в состав устройств FACTS целесообразно включать маховичные накопители энергии.
5	Беляев А. Н., Горюнов Ю. П., Смирнов А. А., Смоллов	Анализ развития крупных системных аварий : учеб. пособие по курсу.	Санкт-Петербургский государственный политехнический университет	Дан анализ крупных системных аварий – аварии в 1987 году в Токио, аварии в 1996 году на западном побережье США, аварии в 2003 году на северо-востоке США и других. Показано, что крупные системные аварии возникают в энергосистемах из-за отключения части генерирующих мощностей или быстрого наброса активных нагрузок. Скорость набора активной нагрузки существующими электростанциями оказывается недостаточной для предотвращения крупных системных аварий.
6	Смолловик С. В.	Анализ аварии в Московской энергосистеме 23-25 мая 2005 года. Научно-технические ведомости СПб ГПУ, Издательство СПб ГПУ, СПб, №2, 2006, с.25-32.	Санкт-Петербургский государственный политехнический университет	Дан анализ аварии в Московской энергосистеме в в 2005 году. Показано, что авария возникла из-за аварийного отключения части генерирующих мощностей в условиях повышенного расхода электроэнергии вследствие подключения из-за высокой температуры воздуха значительного количества кондиционеров.
7	Открытое акционерное общество «Федеральная сетевая	Методика оценки технико-экономической	Открытое акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы»	Приведена методика оценки технико-экономической эффективности применения устройств FACTS в ЕНЭС России.
8	Гончаренко Р.Б., Рутберг Ф.Г.	Применение маховичных агрегатов переменного тока целью стабилизации режимов в энергосистеме. Известия	Институт электрофизики и электроэнергетики РАН (ИЭЭ РАН).	Рассмотрены возможности применения маховичных генераторов переменного тока совместно с полупроводниковыми преобразователями частоты для стабилизации режимов в энергосистеме. В настоящее время для обеспечения устойчивости

		Академии наук. Энергетика. № 5, 2012 год, стр.13-21.		энергосистемы при появлении дефицита реактивной и активной мощностей представляется перспективным использование управляемых (гибких) систем электропередачи переменного тока (FACTS), в состав которых целесообразно включать маховичные накопители энергии, обеспечивающие практически мгновенную генерацию активной мощности при появлении ее дефицита в энергосистеме.
--	--	--	--	---

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	журнал IEEE Spectrum		
2	журнал IEE Journal on Electric Power Appli- cations		
3	журнал IET Genera- tion, Transmission & Distribution		
4	журнал IEEE Transac- tions on Power Deliv- ery		
5	журнал IEEE Transac- tions on Power Sys- tems		
6	журнал «Электрические станции»		
7	журнал «Электричество»		
8	журнал		

	«Электротехника»		
9	IEEE Electrical Power & Energy Conference (EPEC)		

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	BillCapp	BeaconPowerCorp., USA	Собственник и директор фирмы BeaconPowerCorporation, специализирующейся в области разработки и изготовления маховичных накопителей энергии с маховиками из углеродного и стекловолокна. Фирмой BeaconPowerCorp. изготовлена экспериментальная маховичная система мощностью 20 МВт с накопленной кинетической энергией 18 ГДж.
2	ArturRosenfeld	Национальная лаборатория Лоуренса, Беркли (LBNL),	Удостоен Премии «Глобальная энергия» 2011 года «За выдающиеся разработки и реализацию энергосберегающих технологий». Выдающийся ученый, известный инновационными научными и технологическими разработками в области энергетической эффективности

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Рутберг Филипп Григорьевич	Институт электрофизики и электроэнергетики РАН (ИЭЭ РАН).	С 1975 года научный руководитель ряда проектов по разработке и внедрению маховиков для электропитания физических установок. С 1998 года научный руководитель ряд проектов по разработке маховиков для использование маховичного генератора переменного тока с целью компенсации колебаний активной мощности в энергосистемах. Лауреат Государственных премий СССР и РФ. Удостоен Премии «Глобальная энергия» 2011 года
2	Шакарян Юрий Гевондович	Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы (НТЦ ФСК ЕС)	Научный руководитель ряда проектов по разработке асинхронизированных синхронных генераторов с маховиками для использования с целью компенсации колебаний активной мощности в энергосистемах
3	Гончаренко Роберт	Институт электрофизики и	С 1975 года ответственный исполнитель ряда проектов по

	Борисович	электроэнергетики РАН (ИЭЭ РАН).	разработке и внедрению маховиков для электропитания физических установок. С 1998 года ответственный исполнитель ряда проектов по разработке маховиков для использования маховичного генератора переменного тока с целью компенсации колебаний активной мощности в энергосистемах.
4	Сокур Павел Вячеславович	Научно-технический центр Е Федеральной сетевой компании диной энергетической системы (НТЦ ФСК ЕС)	Ответственный исполнитель ряда проектов по разработке асинхронизированных синхронных генераторов с маховиками для использования с целью компенсации колебаний активной мощности в энергосистемах.
5	Аверьянов Сергей Евгеньевич	Завод «Электросила» ОАО «Силовые машины».	Руководитель программ перспективных разработок завода «Электросила» ОАО «Силовые машины». Руководитель разработок завода «Электросила» в области элетромашинныхмаховичных накопителей энергии.

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Маховичная система электропитания	Система установлена в Троицком институте инновационных и термоядерных исследований. Разработана и изготовлена в 1980-82 годах на	Маховичная система электропитания токамака состоящая из четырех генераторов переменного тока общей мощностью 800 МВт с энергоемкостью

	токамака	заводе «Электросила» ОАО «Силовые машины» под научным руководством Института электрофизики и электроэнергетики РАН.	4 ГДж.
2	Маховичная система электропитания корабельной импульсной нагрузки	Маховичная система электропитания корабельной импульсной нагрузки с титановым маховиком энергоемкостью 208 МДж и с максимальной частотой вращения 6000 об/мин.	Система была установлена в 1985-90 годах в Институте электрофизики и электроэнергетики РАН в Санкт-Петербурге.
3	Маховичная система для резервного электропитания Нью-Йоркской энергосистемы	Маховичная система размещена в Стефентауне и подключена к Нью-Йоркской энергосистеме. Изготовлена на фирме VeasonPowerCorp	Маховичная система имеет мощность 20 МВт и накопленную кинетическую энергию 18 ГДж. Маховичная система состоит из 200 маховичных генераторов с максимальной рабочей частотой вращения 16000 об/мин. Маховики маховичных генераторов выполнены композитными из углеродного и стекловолокна.
4	Разработка технического предложения на электромашинно-полупроводниковый маховичный накопитель энергии для обеспечения компенсации реактивной и активной мощности	Работа выполнена по заданию Федеральной сетевой компании Единой энергосистемы (ФСК ЕС) и передана в ФСК ЕС	Под руководством Института электрофизики и электроэнергетики РАН с привлечением завода «Электросила» ОАО «Силовые машины», ОАО «Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы (НТЦ ФСК ЕС) и Федерального государственного унитарного предприятия Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» выполнена разработка технического предложения на электромашинно-полупроводниковый маховичный накопитель энергии для обеспечения компенсации реактивной и активной мощности на мощность 100 МВт и энергоемкость 500 МДж.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
---	-------------	----------------	----------------------

п/п			
1	Фирма Toshiba	TOSHIBA CORPORATION (Япония)	Широкий спектр электротехнической и электронной продукции. Электрические машины с маховиками
2	BeaconPowerCorporation	BeaconPower, LLC (США)	Специализируется в области разработки и изготовления маховичных накопителей энергии с маховиками из углеродного и стекловолокна
3	AFS TrinityPowerCorporation	AFS Trinity Power Corporation (США)	Специализируется в области анализа путей использования накопителей энергии.
4	SandiaNationalLaboratories	Albuquerque, New Mexico 87185 and Livermore, California 94550, USA (США)	Sandia National Laboratories является лабораторией широкого профиля, работающей, в частности, в области систем накопления энергии для U.S. Department of Energy's National Nuclear Security Administration

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Институт электрофизики и электроэнергетики РАН (ИЭЭ РАН).	191196, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная дом 18. (0)	Исследования и разработки в области электрофизики и электроэнергетики в том числе в области маховичных систем электропитания..
2	ОАО «Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы» (НТЦ ФСК ЕС).	115201, г. Москва, Каширское шоссе, д. 22, корп. 3 (0)	Исследования в области электрических систем высокого напряжения, в том числе в области маховичных систем резервного электропитания
3	Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов	191015, Санкт-Петербург, (0)	Ведущий научный центр в области материаловедения для различных отраслей промышленности. В частности, выполняются исследования и разработки в области высоконикелиевых сплавов, титановых сплавов и полимерных композитных материалов и их применения в области энергетики.
4	Завод «Электросила» ОАО	Санкт-Петербург, (0)	Ведущее электромашиностроительное предприятие России.

	«Силовые машины».		Заводом изготовлена маховичная система электропитания токамака для Троицкого института инновационных и термоядерных исследований, состоящая из четырех генераторов переменного тока общей мощностью 800 МВт с энергоемкостью 4 ГДж.
--	-------------------	--	---

## 1.2 Системы контроля параметров качества электрической энергии и экономической эффективности режимов распределительных сетей 0,4 – 20 кВ

Эксперт: Виноградов Анатолий Алексеевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова»

Должность: профессор

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– УМО в области электроэнергетики и электротехники, академия энергетики (ассоциированный член – кафедра электроэнергетики БГТУ им. В.Г. Шухова), член технического совета холдинга «МРСК»

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Создание дополнительного модуля выбора средств, входящих в технологии Smart Grid (умные сети) для компьютерных программ расчета установившегося режима распределительных сетей 0,4 – 20 кВ электроэнергетических систем, с целью расстановки и выбора мощности компенсирующих устройств для снижения затрат при сооружении новых сетей или реконструкции существующих и повышения их пропускной способности без увеличения сечения проводниковых материалов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Hideharu S., Kohei Y., Osamu S., Kiichiro T., Tsuy	Economic and Efficient Voltage Management Using Customer-Owned Energy Storage Systems in Distribution Network With High Penetration of Photovoltaic Systems/IEEE Tran. on Power Systems Vol. 28, № 1, Feb. 2013,	Hokkaido University, Osaka University, Japan	Предложено формулировать задачу экономического распределения электроэнергии при ее транспортировке, как задачу нелинейного математического программирования, позволяющую учесть все ограничения на параметры качества электрической энергии. В результате решения такой задачи определяются необходимые воздействия на сеть.
2	Mladen Kezunovic, James D. McCalley, Tomas J. Over	Smart Grid and Beyond: Archiving the Full Potential of Electricity Systems. Proceedings of the IEEE July/August 2012 pp. 1329-1340	Texas A&M University, Arizona State University, Georgia Institute of Technology, Cornell University, USA	В статье рассмотрены тенденции развития современных компьютерных технологий и устройств для управления «умными сетями» систем электроснабжения. Приводятся рекомендации и методы построения таких сетей, дается экономическая значимость перехода на «умные сети»

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Воротницкий В.Э.	Норматив потерь электроэнергии в электрических сетях.	ОАО «ВНИИЭ», г. Москва	Дан обзор отечественного и зарубежного опыта расчета потерь электрической энергии в электрических сетях различных классов номинальных напряжений. Приводятся теоретические материалы как

		Как его определить и выполнить? - Новости электротехники, № 6(24), 2003		снизить потери на основе Smart Grid технологий. Даны ссылки на компьютерную программу РТП-3.
2	Озорин С.О.	Современные технологии передачи электрической энергии для городов-мегаполисов. Презентация Siemens. Интеллектуальные решения для передачи электрической энергии. 2012.	Сектор Энергетики/Департамент «Передача электрической энергии». Санкт-Петербург, наб. реки Мойки 36; Москва, ул. Летниковская 11/10.	Рассмотрен опыт применения технологий Smart Grid компании Siemens. Подробно изложены способы и средства, которые могут применяться в рамках этой технологии для сетей различных классов номинальных напряжений.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Электричество, журнал	E-mail: l.s.kudinova@rambler.r и http://www.znack.com	Отражает основные научные работы в области электроэнергетики отечественных ученых
2	Электрические станции, журнал	el.stantsii@gmail.com	Отражает основные отечественные работы, в основном практической направленности, в области генерирования, передачи и распределения электрической энергии
3	IEEE Transactions on Power Systems, сборник трудов	www.ieee.org	Отражает весь передовой международный опыт в области электроэнергетики, самые передовые идеи в области передачи, аккумулирования и генерации электроэнергии, современные компьютерные технологии и математические методы, которые могут быть использованы при создании умных сетей (Smart Grid)
4	«ЕТАР: Расчеты и моделирование, энергоэффективность, Smart Grid», Международная конференция ЕТАР	www.etapru.com	Проектирование и эксплуатация объектов электроэнергетики на основе программного продукта компании Operation Technology Inc.

5	IEEE Power & Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference, Europe	www.ieee.org	Инновационные технологии при создании гибких электрических сетей
---	---	--------------	--

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Mladen Kezunovic	Texas A&M University, USA	Гибкие настраиваемые линии электропередачи, новые технологии производства электроэнергии
2	Hideharu Sugihara	Hokkaido University	Компьютерные технологии управления сетями Smart Grid

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Воротницкий В.Э.	ВНИИЭ	Разработка теоретической базы по созданию оптимальных систем электроснабжения. Расчет потерь мощности и энергии в электрических сетях различных классов номинальных напряжений
2	Строев В.А.	МЭИ ТУ	Теория анализа электроэнергетических систем с точки зрения устойчивой и надежной работы, оценка различных видов устойчивости, которую следует учитывать при разработке Smart Grid
3	Идельчик В.И.	Северокавказский федеральный технический университет, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова	Разработка математических методов анализа установившихся режимов электроэнергетических систем, анализ устойчивости и сходимости компьютерных методов расчета режимов, в особенности предельных по пропускной способности ЛЭП
4	Озорин С.О.	Сектор Энергетики/Департамент «Передача электрической энергии». Санкт-Петербург, наб. реки Мойки 36; Москва, ул. Летниковская 11/10.	Разработка и внедрение систем электроснабжения с использованием технологии «Умные сети» на основе опыта корпорации Siemens

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	load flow	установившийся режим (потокораспределение)	режим электроэнергетической системы, в котором рассчитаны все необходимые ее характеристики (ток, напряжения, мощности и т.д.)
2	компенсация реактивной мощности		изменение структуры электроэнергетической системы за счет добавочных элементов индуктивного или емкостного характера
3	компьютерные методы расчета режима электроэнергетической системы		компьютерные технологии обеспечивающие надежную и быструю сходимость к расчету установившегося режима любых изменений в электроэнергетической системе как схемного, так и режимного характера
4	связь между напряжением и реактивной мощностью		компьютерная оценка влияния некоторого объема реактивной мощности узла на уровень напряжения в этом узле и соседних линиях

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Определение необходимой мощности конденсаторных установок для снижения затрат на реконструкцию распределительных сетей 0,4 – 10 кВ	Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова	Удалось повысить пропускную способность существующей электрической сети системы внутреннего электроснабжения вуза, без замены дорогостоящего кабеля. Намечается выполнение расчетов по специально разрабатываемой компьютерной программе для существующих сетей жилых пригородных микрорайонов, в которых интенсивно ведется новое жилищное строительство с одновременным ростом электрических нагрузок. Сети принадлежат ОАО «МРСК Центра» – «Белгородэнерго». Предполагается снижение затрат на реконструкцию до 30 %.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
---	-------------	----------------	----------------------

п/п			
1	Texas A&M University	Department of Electrical and Computer Engineering College Station, Texas 77843-3128, USA (США)	Подготовка специалистов и разработка технологий управления «умными» электрическими сетями и электроэнергетическими системами на основе компьютерных технологий
2	Hokkaido University	Hokkaido, Japan (Япония)	Разработка математических методов управления режимами Smart Grid, подготовка специалистов
3	Operation Technology Inc.	ETAP Corporate Headquarters 17 Goodyear, Suite 100 Irvine, CA 92618 (США)	Разработка универсального программного обеспечения, как для проектных, так и для эксплуатационных задач в области электроэнергетики

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ВНИИЭ	г. Москва (0)	Разработка математических и технико-экономических методов управления транспортом электрической энергии, создание нового технологического оборудования
2	МЭИ ТУ	г. Москва (0)	Подготовка высококвалифицированных кадров и создание научных школ в области электроэнергетики
3	ИСЭМ им. Мелентьева Сибирского отделения РАН	г. Иркутск (0)	Вопросы системного анализа проблем электроэнергетики

### **1.3 Система объективного контроля качества электрической энергии и оценки влияния потребителей на несинусоидальность и несимметрию напряжений**

Эксперт: Кудряшев Геннадий Сергеевич

Ученая степень: кандидат физико-математических наук, доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия»

Должность: Заведующий кафедрой

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– действительный член Международной академии наук Экологии и Безопасности (МАНЭБ) по секции Экология

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Появление несинусоидальности и несимметрии напряжений обусловлено потребителями с нелинейными и несимметричными нагрузками. Доля данных потребителей в энергосистемах увеличивается с каждым годом. В этой связи возникает проблема определения степени влияния каждого из потребителей, подключенных к точке общего присоединения, на искажение напряжения. Для выявления причин недопустимого искажения напряжения определяют фактический вклад, оказываемый искажающими электроприёмниками каждого объекта, присоединенного к

рассматриваемому узлу электрической сети, и сравнивают с расчётным вкладом. Существующие методики нельзя назвать корректными.

Предлагается разработка системы объективного контроля показателей качества электрической энергии с использованием принципиально новой методики оценки влияния потребителей на несинусоидальность и несимметрию напряжений.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Wilsun Xu, Yilu Liu	A Method for Determining Customer and Utility Harmonic Contributions at the Point of Common Coupling	IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 15, No. 2, April 2000	
2	Yang, H., Pirotte P., Robert A.	Assessing the Harmonic Emission Level from one Particular Customer		
3	-	Review of methods for measurement and evaluation of the harmonic emission level from an individual distorting load	CIGRE 36.05 / CIRED 2 Joint WG CC02 (Voltage Quality), January 1999	Приведён обзор существующих методов расчёта и измерения уровней искажений напряжения, вносимых нелинейной нагрузкой

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Висящев А. Н.	Влияние потребителей на искажение напряжения	Иркутский государственный технический университет	
2	Карташев И. И.	Определение		

		фактического вклада потребителя в задачах расчёта за электроэнергию с учётом её качества		
3	Федосов Д. С.	Экспериментальное определение параметров схем замещения потребителей на высших гармониках для оценки их влияния на искажение синусоидальности напряжения		

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Электричество	<a href="http://www.znack.com">http://www.znack.com</a>	Издаётся с 1880 года, включен в перечни Scopus, РИНЦ, ВАК
2	Электрические станции	<a href="http://www.elst.energy-journals.ru/">http://www.elst.energy-journals.ru/</a>	Издаётся с 1930 года, включен в перечни Scopus, РИНЦ, ВАК
3	Промышленная энергетика	<a href="http://www.promen.energy-journals.ru/">http://www.promen.energy-journals.ru/</a>	Издаётся с 1944 года, включен в перечни Scopus, РИНЦ, ВАК
4	Энергетик	<a href="http://www.energetik.energy-journals.ru/">http://www.energetik.energy-journals.ru/</a>	Издаётся с 1928 года, включен в перечни Scopus, РИНЦ, ВАК
5	Известия РАН. Энергетика	<a href="http://www.benran.ru/Magazin/EI/09/002326.htm">http://www.benran.ru/Magazin/EI/09/002326.htm</a>	Издаётся с 1963 года, включен в перечни Scopus, РИНЦ, ВАК

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№	ФИО	Организация	Сфера компетенции
---	-----	-------------	-------------------

п/п			
1	Xu, Wilsun		
2	Yang, H.		
3	Жежеленко		

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Висящев Александр Никандрович	ФГБОУ ВПО Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет	Оценка влияния потребителей на несинусоидальность и несимметрию напряжений
2	Карташев Илья Ильич	ФГБОУ ВПО Национальный исследовательский университет МЭИ	Оценка долевых вкладов потребителей в уровень несинусоидальности и несимметрии напряжений
3	Коровкин Николай Владимирович	ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет	Локализация источников искажений

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	качество электрической энергии	power quality	Степень соответствия параметров электрической энергии их установленным значениям
2	несимметрия напряжений	voltage unbalance	Отличие по модулю значения хотя бы одного из фазных или линейных напряжений многофазной системы электроснабжения от значений напряжений других фаз
3	высшие гармоники	higher harmonics	Гармонические составляющие порядка 2 и более
4	искажение напряжения	voltage distortion	Отличие формы кривой переменного напряжения в системе электроснабжения от требуемой

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Методика оценки влияния потребителей на несинусоидальность и несимметрию напряжений	ОАО Иркутская электросетевая компания	Получен акт внедрения разработанной методики для определения причин появления недопустимых искажений напряжения и разработки мероприятий по нормализации показателей качества электрической энергии
2	Патент №2244313 Способ определения потребителя, искажающего показатели качества электрической энергии в узле энергоснабжающей организации, и его вклада в искажение	Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам	Авторы: Висящев А.Н., Тигунцев С.Г., Баглейбтер О.И., Луцкий И.И.
3	Патент №2485657 Способ фильтрации высших гармонических составляющих в электрических сетях высокого напряжения (варианты)	Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам	Авторы: Тигунцев С.Г., Висящев А.Н., Селезнёв А. С.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1			

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	МЭИ		
2	Новочеркасский ПИ		
3	Томск		
4	ИрГТУ		

**1.4 Мобильные испытательно-диагностические станции электрических машин переменного тока**

Эксперт: Любимов Эдуард Викторович

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Должность: профессор

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Член Европейского общества инженерной педагогики (Europaischer Ingenieur Padagoge ING-PAED IGIP) с 1997. Св-во № RU 034

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Новые автоматизированные методы испытаний и диагностики на базе создания мобильных испытательно-диагностических станций, оснащенных современными микропроцессорными средствами и эффективными алгоритмами и программами.

Комплекс взаимосвязанных алгоритмов и программ, аппаратных средств, их компоновка и параметрирование с целью создания мобильной испытательно-диагностической станции синхронных генераторов, асинхронных и синхронных двигателей трехфазного переменного тока. Станция должна в полуавтоматическом и автоматическом режимах снимать различные характеристики машин, определять основные статические и динамические параметры машин, управлять процессом проведения опытов, выдавать отчет по результатам испытаний, издавать архив испытанных марок машин. Кроме того, в процессе испытаний и в режимах нормальной эксплуатации машин, станция должна выполнять диагностику возникающих неисправностей в электрической (замыкания в обмотках статора и ротора) и механической (повреждения подшипников) частях машин.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Lyubimov E., Gladyshev S., Istselemov D., Belyaev	Software for Testing Alternators of Heavy-Duty Trucks and Cars	SAE 2012 World Congress, April 24-26 Detroit, Michigan, USA, 2012-01-0022	In this paper, the software is designed for mobile and stationary test stands of the alternators. The software was created using «LabView» development system. It is designed to be used with “National Instruments®” hardware.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Любимов Э. В., Исцелемов Д. А., Беляев Н. А., Глад	Программное обеспечение для испытаний генераторов переменного тока большегрузных и легковых автомобилей	Портал «Русский инженер транспортник». <a href="http://www.rusaen.ru/index.php/main/item/articles/64.html">http://www.rusaen.ru/index.php/main/item/articles/64.html</a> (дата обращения 13.03.2013)	В работе рассматривается разработанный комплекс программ для мобильных и стационарных испытательных станций синхронных генераторов, реализованный на основе программной среды «LabView» и ориентированный на использование аппаратных средств компании «National Instruments®».

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Журнал «Электротехника» №6 2010, №11 2013;	1. 111250, Москва, Красноказарменная ул., 12;	1. Исцелемов Д. А., Любимов Э. В., Нургатин Р. Ф. Комплекс программ для автоматизации испытаний синхронных турбомашин // Электротехника. 2010. №6. С.27-32.

			Исцелемов Д. А., Любимов Э. В., Беляев Н. А. Виртуальный прибор для определения основных параметров синусоидальных сигналов в стационарных режимах // Электротехника. 2013. №11. С.32-35.
2	. International Conference «Electromechanics, Electrotechnology, Electromaterials and Components»	Crimea, Alushta	2. E. Lyubimov, N. Shulakov, D. Istselemov, N. Belyaev, S. Gladyshev. Hardware and Software for Electric Machines Test Stands, XVI International Conference «Electromechanics, Electrotechnology, Electromaterials and Components» Crimea, Alushta September 23-27, 2012. ICEE-2012, P.111-113.

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Dr. Sergey P. Gladyshev	The University of Michigan-Dearborn, USA	Electromechanics

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Исцелемов Дмитрий Александрович	Главный специалист департамента проектирования ЗАО	электрические машины, компьютерные технологии, автоматизация

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Электрические синхронные машины,	Synchronous electric machines,	The development of a mobile stand for AC electric machines ' testing and diagnostic
	асинхронные двигатели	asynchronous engines	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Многоканальный измерительный комплекс для мониторинга работы асинхронных вспомогательных машин электровоза 2С5К	Дальневосточный государственный университет путей сообщения, кафедра «Электроподвижной состава»	Применение измерительного комплекса в опытных поездках позволяет исследовать реальные режимы работы асинхронных двигателей

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	«National Instruments®»	USA, Austin, Texas, <a href="http://ni.com/">http://ni.com/</a> (США)	Hardware and Software «National Instruments®»

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Филиал компании «National Instruments» в России, СНГ и Балтии	Москва, 119361, ул. Озерная, д. 42, офис 1201 (0)	Аппаратные и программные средства технологии «National Instruments»

## **1.5 Интеллектуальная система контроля качества электрической энергии и эффективности технических средств его повышения**

Эксперт: Сычев Юрий Анатольевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Должность: доцент кафедры электротехники, электроэнергетики, электромеханики

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Бронзовая медаль на 65-той Международной выставке «Идеи-Изобретения-Инновации» – «IENA-2013», 31.10.2013 – 03.11.2013, г. Нюрнберг (Германия) за разработку «Система интеллектуального мониторинга потребления энергоресурсов»;

– Серебрянная медаль на 23 Международной выставке изобретений, инноваций и промышленного дизайна ITEX'12 (г. Куала-Лумпур, Малайзия) 2012 г. за разработку «Интеллектуальная система управления режимами энергопотребления»

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Разработка направлена на контроль показателей качества электрической энергии на всех участках электрической сети и эффективности технических средств для коррекции указанных показателей. Разработка основана на использовании современного алгоритмического обеспечения совместно с многофункциональными счетчиками электроэнергии и иными измерительными терминалами.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Abramovich B.N., Sychev Y.A., Ustinov D.A., Shklja	The means and meth- ods of power losses minimization and pow- er quality ensuring with complex using of re- newable and alternative power sources	Национальный минерально-сырьевой университет	The structure of power system of power losses minimization and power quality ensuring with complex applying of renewable and alternative power sources is proposed in this paper. The main elements of this system are detected.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Устинов Д.А., Шклярски	Активная компенсация провалов и искажений напряжения в системах электрообеспечения нефтедобывающих предприятий	Горный университет	Показано существенное влияние провалов и искажений напряжения питающей сети на устойчивость и непрерывность технологического процесса на нефтедобывающих предприятиях. Выявлен ряд технических средств и решений, позволяющих компенсировать провалы и искажения напряжения в системах электрообеспечения нефтедобывающих предприятий. Показано существенное влияние провалов и искажений напряжения питающей сети на устойчивость и непрерывность технологического процесса на нефтедобывающих предприятиях.
2	Абрамович Б.Н., Полищук В.В., Сычев Ю.А.	Система контроля и повышения качества электрической энергии в сетях предприятий	Горный университет	Разработана система контроля и повышения качества электрической энергии в сетях предприятий минерально-сырьевого комплекса. Выявлены основные причины несоответствия уровня качества электрической энергии требованиям нормативной документации в сетях предприятий минерально-сырьевого комплекса. Даны рекомендации по

		минерально-сырьевого комплекса		организации и проведению технических мероприятий, направленных на контроль и повышение качества электрической энергии в сетях предприятий минерально-сырьевого комплекса. Разработана система контроля и повышения качества электрической энергии в сетях предприятий минерально-сырьевого комплекса.
--	--	--------------------------------	--	---

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Ежегодный международный форум молодых ученых	www.spmi.ru	Международная конференция, посвященная проблемам недропользования, в том числе эффективному использованию энергоресурсов

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1			

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Абрамович Б.Н.	Национальный минерально-сырьевой университет	Энергосбережение и энергоэффективность

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Качество электрической энергии	Power quality	Степень соответствия параметров электроэнергии установленным нормам качества

2	Электромагнитная совместимость	Electromagnetic compatibility	Способность технического средства функционировать в заданном режиме без негативного влияния на другие технические средства
---	--------------------------------	-------------------------------	--

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Активные системы коррекции формы кривых тока и напряжения	Оренбургнефть	Комплексное внедрение параллельных активных фильтров для повышения качества электроэнергии
2	Активные системы коррекции формы кривых тока и напряжения	Юганскнефтегаз	Комплексное внедрение параллельных активных фильтров для повышения качества электроэнергии

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1			

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	НТЦ ФСК ЕЭС	г. Москва	Энергосбережение и энергоэффективность

**1.6 Радиационно-стойкие пассивные беспроводные датчики физических величин (температуры, давления, величины магнитной индукции, интенсивности излучения), совмещенных с радиочастотной идентификационной меткой на основе линий задержки на поверхностных акустических волнах (ПАВ) с отражательными встречно-штыревыми и управляющими преобразователями (ВШП)**

Эксперт: Карапетьян Геворг Яковлевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Научно-исследовательский институт механики и прикладной математики имени Воровича И.И. федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»

Должность: старший научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– изобретатель СССР

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Технология дистанционного беспроводного мониторинга физических параметров технических систем на основе пассивных датчиков-меток на поверхностных акустических волнах позволит создать:

- системы беспроводного дистанционного контроля физических параметров (давления, температуры, радиационного фона) в труднодоступных местах, не требующих питания и устанавливаемых однажды и позволяющих осуществить комплексный мониторинг напряженного состояния и ресурсной способности (наличие трещин, расслоений, дефектов и т.п.) узлов и конструкций, а также безопасности обслуживающего персонала и посетителей;
- эффективные системы идентификации и контроля за состоянием подвижных объектов (автомобилей, ж/д контейнерами и т.д.).

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Clinton S. Hartmann	A Global SAW ID Tag with Large Data Capacity	Reprint from Proceedings of 2002 IEEE Ultrasonics Symposium Munich, Germany, October, 2002	Описывается конструкция ПАВ метки, которой началось активное продвижение меток на ПАВ на рынок.
2	A.S. Bagdasarian, V.G. Dneprovski, G.Y. Karapety	To Issue of Surface Acoustic Wave Piezoelectric Devices Development.	In the book: Piezoelectric and Related Materials: Research and Applications. Nova Science Publishers, Inc. New-York, 2012.	Описываются , разработанные датчики физических величин и метки на ПАВ

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Лунин Л.С., Карапетьян Г.Я., Днепроvский В.Г., Кат	Датчик перемещения на поверхностных акустических волнах	Известия ВУЗов, серия	описывается датчик перемещения на основе линии задержки на ППАВ с отражающим валиком

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Applied Physics Letters	<a href="http://elibrary.ru/publisher_about.asp?pubsid=197">http://elibrary.ru/publisher_about.asp?pubsid=197</a>	импакт фактор-3,6
2	IEE Proceedings: Circuits, Devices and Systems	<a href="http://elibrary.ru/title_about.asp?id=17070">http://elibrary.ru/title_about.asp?id=17070</a>	импакт фактор – 1,18
3	Известия Вузов, Материалы для электроники		импакт фактор – 0,205

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Clinton S. Hartmann	SAW RFID	ПАВ метки

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Багдасарян Александр Сергеевич	Институт радиотехники и электроники ВРАН	ПАВ метки, датчики физических величин на ПАВ

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	ПАВ	SAW	поверхностные акустические волны

			surface acoustic wave
	ВШП	IDT	встречно-штыревой преобразователь inter-digital transducer

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Радиочастотные идентификационные метки на ПАВ	ОАО	<p>Диапазон частот, ГГц 2,4 ÷ 2,483  Мощность на выходе (макс), мВт &lt; 10  Класс защиты считывателя IP 54  Рабочая температура считывателя, С° -30 ÷ +50  Количество кодов метки 107  Дальность считывания, м 8*  Класс защиты метки IP 68  Рабочая температура метки, С° -60 ... ÷ + 150</p>

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Sandvik GmbH APPLICATION CENTER STUTTGART	Carl-Zeiss-Straße 2374321 Bietigheim-Bissingen (Германия)	<p>Центр компетенции в Штутгарте, Германия – это глобальная научно-исследовательская организация. В рамках этой организации наши специалисты при тесном сотрудничестве с заказчиками разрабатывают специализированные решения для отдельных областей автомобильной промышленности. Эти решения часто основываются на новейших технологиях. Мы придаем большое значение сотрудничеству с исследовательскими отделами автомобилестроительных предприятий, с производителями оборудования и университетами, а также для нас очень важна работа над кратко- и среднесрочными проектами заказчиков.</p>

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	RFID центр	125190, г. Москва, ул. Балтийская, д.14 (7743084892)	– это разработчик проектов и системный интегратор. Мы создаем RFID-системы «под ключ», в соответствии с конкретными условиями эксплуатации и специфическими Задачами заказчика. Наша цель – помощь в создании эффективного бизнеса и производства. Повышение эффективности работы российских предприятий мы видим в автоматизации производственных, информационных и бизнес-процессов на базе передовых технологий, зарекомендовавших себя с лучшей стороны за рубежом. Именно такой технологией является радиочастотная идентификация (RFID). Команда возьмет на себя ответственность за ваш RFID проект и выполнит полную интеграцию эффективного RFID-решения, полностью отвечающего вашим задачам и целям.

**1.7 Интеллектуальная технология комплексного многофакторного мониторинга и контроля использования различных энергоресурсов в условиях распределенной генерации от альтернативных и возобновляемых источников энергии**

Эксперт: Абрамович Борис Николаевич

Ученая степень: Доктор технических наук

Ученое звание: Профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Должность: профессор кафедры электротехники, электроэнергетики, электромеханики

Участие в научных, профессиональных сообществах: действительный член Российской академии естественных наук, Академии горных наук, Международной энергетической академии, Академии наук экологии, безопасности человека и природы

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В условиях развития технологий распределенной генерации особую актуальность приобретает проблема мониторинга и контроля использования различных энергоресурсов. Технология является универсальной и применима как для централизованных, так и автономных энергетических систем. Разработка основана на современных технологиях сбора, обработки и передачи данных с использованием многофункциональных измерительных приборов. Также в основе технологии лежит современное алгоритмическое обеспечение в области контроля и анализа режимов энергопотребления.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Abramovich B.N., Sychev Y.A., Ustinov D.A.	Intelligent power system on the base of active-adaptive interaction in mineral-raw enterprises	National University of mineral resources «Mining»	Intelligent power system on the base of active-adaptive interaction in mineral-raw enterprises are presented in this paper. The main elements and active-adaptive principle of interaction between them are detected.
2	Abramovich B.N., Sychev Y.A., Ustinov D.A.	Intelligent Active-adaptive Power System of Industrial Enterprises	National University of mineral resources «Mining»	The functional assignment of each element of proposed intelligent active-adaptive power system are described. The basic structure and control arrangement of proposed intelligent active-adaptive power system are presented and The functional assignment of each element of proposed intelligent active-adaptive power system are described.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Устинов Д.А.	Внедрение технологий интеллектуальных электрических сетей на нефтедобывающих предприятиях	Национальный минерально-сырьевой университет	Статья посвящена проблеме разработки структуры интеллектуальной энергетической системы, обеспечивающей энергоэффективное электроснабжение ответственных потребителей нефтедобывающих предприятий.

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	12th Conference of Open Innovation Association FRUCT and Seminar on e-Travel. Oulu, Finland, 5-9 November 2012	www.fruct.org	Международная конференция по современным информационным и интернет технологиям под эгидой Российско-Финского инновационного сообщества FRUCT

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Hans Nilsson	Swedish Energy Efficiency Programme, Sweden	Smart Grids, Energy effectiveness
2	Bruno de Wachter	University of Ghent, Holland	Smart Grids, Energy saving
3	Andrzej OŜadowicz	AGH-UST Krakow, Poland	Smart Grids

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Шакарян Ю.Г.	НТЦ Электроэнергетики	Энергетика, энергосбережение, энергоэффективность
2	Смоловик С.В.	НТЦ ФСК ЕЭС	Энергетика, энергосбережение, энергоэффективность

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Энергоэффективность	Energy effectiveness	Методы и средства эффективного использования различных видов энергии
2	Мониторинг	Monitoring	Непрерывное наблюдение в режиме реального времени за какими-либо параметрами

3	Интеллектуальный	Intelligent	Термин, характеризующий наличие в какой-либо технической системе современных средств управления и принятия решений на основе прогрессивной алгоритмической базы
---	------------------	-------------	---

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Система комплексного мониторинга режимов энергопотребления	Татнефть	Комплексный мониторинг потребления электрической энергии различных технологических циклов

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Institute of Electrical and Electronics Engineers	3 Park Avenue, 17th Floor New York, NY 10016-5997 USA (США)	

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Национальный минерально-сырьевой университет	Санкт-Петербург	Энергосбережение в условиях минерально-сырьевого комплекса
2	НТЦ Электроэнергетики	Москва	Энергосбережение и энергоэффективность
3	НТЦ ФСК ЕЭС	Москва	Энергосбережение и энергоэффективность

## 1.8 Системы диагностики и оценки остаточного ресурса оборудования

Эксперт: Жуковский Юрий Леонидович

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание:

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Должность: доцент

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Заместитель директора центра дополнительного профессионального образования Национального минерально-сырьевого университета «Горный»

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Технология удаленной комплексной диагностики и оценки остаточного ресурса электрического, электромеханического оборудования совмещенная с системами управления производственного процесса и системами контроля потребления ресурсов. Область применения – предприятия, использующие электрическое и электромеханическое оборудование.

Системы комплексной оценки остаточного ресурса и диагностики основаны на интеллектуальных диагностических базах данных.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	T. Sribovornmongkol	Evaluation of motor online diagnosis by FEM simukations.	Electrical Machines and Power Electronics School of Electrical Engineering Royal Institute of Technology, Stockholm	Описана возможность применения методов онлайн диагностики электрических двигателей для обнаружения дефектов подшипников
2	J.M. Ramirez-Cruz, V.R. Garcia-Colon, F.A. Carvaja	Induction Motors Broken Bar and Eccentric Gap On-Line Detection Using Motor Signature Current Analysis under Laboratory and Field Conditions		Приводится анализ возможности диагностики электрических машин по спектру потребляемого тока

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Козярук А.Е., Жуковский Ю.А., Коржев А.А., Кривенко	Диагностика и оценка остаточного ресурса электромеханического оборудования, работающего в тяжелых условиях, по	Горный университет (Санкт-Петербург)	В статье рассмотрены вопросы обоснованности и целесообразности создания систем диагностики и оценки остаточного ресурса электромеханического оборудования с акцентом в практических приложениях на диагностику и оценку остаточного ресурса электродвигателей электроприводов.

		электрическим параметрам		
2	Петухов В.С.	Диагностика состояния электродвигателей. Метод спектрального анализа потребляемого тока	A&Alpha Consulting	Описана возможность применения спектрального анализа потребляемого двигателем тока для диагностики двигателей переменного тока

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Новости электротехники	<a href="http://www.news.elteh.ru/">http://www.news.elteh.ru/</a>	отраслевое информационно-справочное издание

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Thomson, W.T.	Robert Gordon Univ., Aberdeen, UK	Вибрационный анализ, спектральный анализ

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Петухов В.С.	A&Alpha Consulting	Энергетика
2	Козярук А.Е.	Горный университет	Образование, электрические машины, электрический привод

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Спектральный анализ		Диагностика электрических машин на основе разложения

			потребляемого тока в ряд Фурье
2	Ваттметрографирование		Диагностика электрических машин на основе анализа изменения электрических параметров

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1			

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Rolls-Royce	65 Buckingham Gate, London SW1E 6AT. Company number 1003142, UK VAT number 45 8860 22 (Великобритания)	Энергетика, машиностроение

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	виброцентр	614000 Россия г.Пермь ул. Пермская (бывшая Кирова), 70, офис 401 (0)	Вибродиагностика

**2 Многомерные компьютерные системы проектирования и моделирования изделий, позволяющие оптимизировать конструкции по различным критериям (прочность, стойкость к агрессивным средам и т. п.)**

**2 1. Структурно-алгоритмический синтез и системное проектирование технических решений электронных и машинно-электронных генерирующих систем для автономных подвижных объектов на основе использования современных и перспективных принципов энерго-и ресурсосбережения**

Эксперт: Мыщук Геннадий Сергеевич

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Должность: профессор

Участие в научных, профессиональных сообществах: Член диссертационного совета при НИУ «МЭИ» по специальности «Электротехнические комплексы и системы» – 05.09.03

## **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Предметная область деятельности: электронные (ЭГС) и машинно-электронные генерирующие системы (МЭГС) автономных объектов. Используемая концепция структурно-алгоритмического синтеза систем: принцип многоканального преобразования энергетического потока и реализующие его энерго-и ресурсосберегающие технологии, компьютерное и физическое моделирование, системное проектирование. Области применения: автономные подвижные объекты и малая энергетика.

Задачи решаются:

- 1) на основе использования концепции многоканального преобразования энергетического потока как в классах устройств силовой электроники, так и в классах машинно-электронных генерирующих систем;
- 2) за счет использования системного подхода к разработке и проектированию этих систем, основанного на учете взаимного влияния их силовых звеньев (используются не использованные еще резервы на стыках различных технических областей знаний);
- 3) на основе компьютерного и физического моделирования.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Nicolas Patin, Eric Monmasson	Modeling and Control of a Cascaded Doubly Fed Induction Generator Dedicated to Isolated Grids	Франция	Система стабилизации частоты при переменной частоте вращения вала генератора

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Бериллов А.В., Кью Зо Лин, Маслов С.И., Мыцык Г.С.	Система стабилизации частоты на базе асинхронизированного синхронного генератора	Национальный исследовательский университет	Работа инициативная

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1			

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Kazuaki Mino	Federal Institute of Technology (ETH) Zurich	Малоискажающие (активные) выпрямители

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Пронин М.В., Воронцов А.Г., Терещенков В.В.		Многотактные инверторы (иначе инверторы с многоканальным преобразующим трактом), разработка, моделирование
2	Шакарян Ю.Г.		Асинхронизированный синхронный генератор

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	ПСПЧ – переменная скорость – постоянная частота		В одном из вариантов система из двух электрических машин и электронного преобразователя частоты.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	ПСПЧ на базе синхронизированного асинхронного генератора	МЭИ	Были попытки в МЭИ реализовать систему ПСПЧ для автономного объекта примерно 50 лет тому назад. Однако тогда не было ни эффективных технических решений, ни необходимой элементной

			базы.
--	--	--	-------

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1			

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	НИУ «МЭИ»		

**3. Системы управления производством, обеспечивающие эффективную логистику, взаимодействие между исполнительными устройствами (включая «Интернет вещей», гибкую перестройку производственных линий под индивидуализированные заказы).**

**3.1 Высокоскоростные исполнительные устройства на гибридных магнитных подшипниках**

Эксперт: Исмагилов Флюр Рашитович

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Должность: заведующий кафедрой «Электромеханика», проректор по организационно-правовым вопросам

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– штатный член диссертационного совета – 212.288.02 по специальности 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы

– штатный член диссертационного совета – 212.009.03 по специальности 05.11.16 Информационно-измерительные и управляющие системы (по отраслям)

– руководитель НОЦ «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» (приказ по ГОУ ВПО УГАТУ №693-0 от 07.07.2008);

– председатель научно-методического совета по направлению 140200 «Электроэнергетика»

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Создание высокоскоростных исполнительных устройств на гибридных магнитных подшипниках позволит не только решить ряд технических проблем обрабатывающего оборудования, но также минимизировать экономические затраты, связанные с его обслуживанием. Так, например, по оценке Министерства энергетики США только в США годовая экономия энергоресурсов при повышении коэффициента полезного действия подшипниковых узлов на 8-10% составит около 100 млрд.\$ в год. По данным Европейской комиссии, затраты связанные с низким коэффициентом полезного действия подшипников в Европе составляют 350 млрд. евро в год.

Кроме этого, внедрение гибридных магнитных подшипников позволит решить актуальные задачи в различных областях знаний и отраслях промышленности, таких как: медицина (например, создание высокоскоростных насосов для перекачки крови в искусственных органах, обладающих высокой надежностью), молекулярная физика и атомная энергетика (создание сверхвысокоскоростных и экологически чистых молекулярных насосов и перемешивателей, способных работать в вакууме), космическая отрасль (сверхвысокоточные гироскопы или энергоемкие маховичные системы), авиастроение (например, создание высокоэнергетических генераторов с возможностью интеграции в силовую установку и переход, тем самым, к концепции полностью электрического самолета).

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Shen J. Y; Fabien B.C	Optimal control of a flywheel energy storage system with a radial flux Hybrid Magnetic Bearing	Department of Mechanical Engineering, University of Washington,	This paper describes the design and implementation of digital controllers for a flywheel energy storage device that incorporates a radial flux hybrid permanent magnetic bearing. Although the uncontrolled device is asymptotically stable, active control is required to: (i) ensure that a finite radial air gap is maintained at all times, and (ii) attenuate the oscillations of the flywheel which reduce the efficiency of the motor generator. The paper presents the design of gain scheduled discrete time linear quadratic regulator (LQR) and linear quadratic Gaussian (LQG) controllers for this rotordynamic system. Real time experiments are conducted to investigate the performance of the controllers. The result indicates that the LQR controller with approximate system velocities is easier to implement than the LQG controller, and also provides superior performance
2	Han Bangcheng; Zheng Shiqiang; Le Yun	Modeling and analysis of coupling performance between passive magnetic bearing and hybrid magnetic radial bearing for magnetically suspended flywheel	School of Instrument Science and Optoelectronics Engineering, Beihang University	In this paper, the design and development of a novel magnetic bearing (MB) system which consists of a passive magnetic bearing (PMB) with two pairs of passive permanent magnet rings and hybrid magnetic radial bearing (HMRB) used in magnetic bearing flywheel (MBFW) of control moment gyroscope (CMG) for agile satellite application are presented. The models of PMB and HMRB are proposed and their performances of force-current, force-position, and torque-angle are analyzed using the equivalent magnetic circuit method, finite element method (FEM), and equivalent magnetic charge method. The coupling forces between x and y position degrees of freedom (DOFs) of the HMRB, between the coil current in -axis and -axis, between the radial and the axial position DOF of the HMRB, and the coupling force and torque between the translating motion along the (or ) axis and the rotary motion around (or ) axis. These coupling problems of the novel MB system are proposed and clarified in this paper. An example is given to clarify the mathematical models and the coupling problems, and the linearized model is proposed for controller design of the MB system
3	Wang Haoze; Liu	Magnetic Field and	College of Aerospace	Permanent magnet bias hybrid magnetic bearing (HMB) which combines ac-

	Kun; Ao Peng	Specific Axial Load Capacity of Hybrid Magnetic Bearing	Science and Engineering, National University of Defense Technology	<p>tive and passive actuators in one unit is very suitable for rotational applications in spacecraft. In the past, numerous studies focusing on the active actuator have been widely reported. However, few have addressed on the passive unit which is essential to the suspension system. In this paper, a sufficiently precise and concise analytical method which is based on the conformal transformation is proposed for the analysis and design of the HMB with specific axial load capacity. With this approach, important parameters used for optimal MB designing, such as magnetic leakage coefficient, as well as the flux density of main flux and fringing flux are given as simple formulas, which reduce the axial restoring magnetic force and the axial passive stiffness. The coupling effect of these two units of the HMB is analyzed. The torque generated by the control current of the radial bearing is reduced. Experimental investigation via an experimental apparatus to measure the axial specific capacity is introduced. Flywheel prototypes suspended by this kind of HMB system are tested, and the consequence is compared with the analytical data and the finite-element method data to get a final conclusion, which demonstrates the specific load capacity and the conciseness and accuracy of the analytical method</p>
--	--------------	---	--	--

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Вавилов В.Е., Герасин А.А., Исмагилов Ф.Р., Хайрул	Алгоритм управления гибридными магнитными подшипниками по внешнему магнитному полю	ФГБОУ ВПО УГАТУ	Представлены оригинальный алгоритм и способ управления положением ротора на гибридных магнитных подшипниках по картине внешнего магнитного поля. Разработан математический аппарат, обеспечивающий реализацию данного способа управления и алгоритма на практике, проведено компьютерное моделирование в программных комплексах Ansys и Maxwell. Приведены результаты экспериментальной верификации полученных теоретических выводов.
2	Исмагилов Ф.Р.,	Определение силовых	ФГБОУ ВПО УГАТУ	В программном комплексе Ansys решается задача определения

	Хайруллин И.Х., Вавилов В.Е	характеристик радиальных магнитных подшипников с осевой намагниченностью в зависимости от геометрических параметров		геометрических параметров магнитных подшипников, при которых они обладают максимальными силовыми характеристиками. Представлены конкретные практические рекомендации, которые могут быть использованы при проектировании магнитных подшипников
3	Герасин А.А., Исмагилов Ф.Р., Хайруллин И.Х., Вави	Математическая модель осевого магнитного подшипника на постоянных магнитах для высокоскоростных шпиндельных узлов	ФГБОУ ВПО УГАТУ	Осевые магнитные подшипники на постоянных магнитах являются альтернативой механических опор вращающихся элементов металлорежущих станков, например высокоскоростных шпиндельных узлов. Особый интерес представляет применение осевых магнитных подшипников на постоянных магнитах с вертикальным валом как в качестве элемента системы полного магнитного гибридного подвеса, так и в качестве разгрузочных осевых опор, с механическими радиальными подшипниками.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Brazilian Workshop on Magnetic Bearings, Rio de Janeiro, Brazil	<a href="http://www.magneticbearings2013.com.br/Magnetic_Bearings_2013_Workshop_-_Rio_de_Janeiro_-_Home.html">http://www.magneticbearings2013.com.br/Magnetic_Bearings_2013_Workshop_-_Rio_de_Janeiro_-_Home.html</a>	<p>The 1st Brazilian Workshop on Magnetic Bearings will be held in Rio de Janeiro, at the Windsor Plaza Hotel (Av. Princesa Isabel, 263-Copacabana), with the goal of internationalizing the Brazilian activities in this field and as a preparation to receive, in the near future, an International Symposium on Magnetic Bearings. The conference is being organized as a satellite activity of the traditional COBEP – Brazilian Congress on Power Electronics – and receives support from SOBRAEP – Brazilian Society on Power Electronics – and SBA – Brazilian Society on Automatic Control.</p> <p>The city, that has already been elected as World Heritage by UNESCO (July 2012), hosted RIO+20 International World Summit Meeting in June 2012, FIFA Confederations Cup in June 2013 and the World Youth Day with the Pope in July 2013. As upcoming events in here, there are the Football World Cup in 2014 and the Olympic Games in 2016. Rio de Janeiro, known by its hospitality, is ready to host major events. You are heartily invited to come and visit the Sugar</p>

			Loaf Mountain, the Corcovado (with the statue of Christ Redeemer, one of the seven new marvelous wonder of the contemporary world) as well as the famous Copacabana beach, where our Conference will take place.
2	Magnetic Bearing Seminar	<a href="http://www.delta-js.ch/cms/upload/pdf/english/seminar/Magnetic_Bearing_Seminar_June_2014.pdf">http://www.delta-js.ch/cms/upload/pdf/english/seminar/Magnetic_Bearing_Seminar_June_2014.pdf</a>	<p>DELTA JS is a leading engineering and consulting firm for rotor dynamics. Its proprietary, commercial software MADYN 2000 is widely used for industrial machinery to simulate rotor dynamics of complex rotor-gear-bearing systems with all types of bearings including active magnetic bearings.</p> <p>The seminar is based on the experience of the DELTA JS engineering team with magnetic bearing applications in various types of machines. Among others DELTA JS has been involved in the pioneer work of applications in large industrial turbo compressors. Practical relevance therefore is ensured. The seminar explains the most important properties of magnetic bearings, the practical design of controllers, special features and some basics about back up bearings. Attendees will have the opportunity of hands on controller design with the help of MADYN 2000. Who should attend? A thorough understanding of magnetic bearings is provided allowing the assessment of problems and risks involved in magnetic bearing applications. Thus the seminar is suited for rotating equipment specialists of machine end users and contractors as well as for design engineers, commissioning engineers, sales engineers and project managers of machine manufacturers and plant constructors.</p> <p>The course instructor is Dr. Joachim Schmied, who is the founder of DELTA JS. He earned his doctorate at the Technical University of Darmstadt's Institute for Machine Dynamics in Germany. Before founding DELTA JS he has worked for twelve years in the turbomachinery industry, nine years as a development manager. Dr. Joachim Schmied has been a member of several scientific committees such as the «International Symposium on Magnetic Bearings» and the «International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science (IFToMM)» and is the author of various path breaking papers in rotor dynamics</p>

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Wilfried Hofmann	TU Dresden	Активные магнитные подшипники
2	Wang Haoze	Aerospace Science and Engineering	Гибридные магнитные подшипники

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Журавлев Ю.Н.	Псковский государственный политехнический институт	Активные магнитные подшипники
2	Сарычев А.П.	ФГУП НПП ВНИИЭМ	Активные магнитные подшипники
3	Хайруллин И.Х.	ФГБОУ ВПО УГАТУ	Гибридные магнитные подшипники
4	Исмагилов Ф.Р.	ФГБОУ ВПО УГАТУ	Гибридные магнитные подшипники

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	magnetic bearing ик	магнитный подшипн	Подшипник, в котором для создания левитации и динамической стабилизации ротора использованы силы притяжения или отталкивания со стороны магнитного поля
2	active magnetic bearing	активный магнитный подшипник (АМП)	Устройство поддержания ротора без механического контакта за счет сил магнитного притяжения и использования следящей обратной связи, цепь которой, как правило, содержит датчики, электромагниты, усилители мощности, источники питания и контроллеры.
3	passive magnetic bearing	пассивный магнитный подшипник	Устройство поддержания ротора без механического контакта за счет сил магнитного поля без использования управления с обратной связью.
4	hybrid magnetic bearing; НМВ	гибридный магнитный подшипник (ГМП)	Подшипник, сочетающий в себе конструкции активного и пассивного магнитных подшипников

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Активные магнитные подшипники	шпиндель ШО-120-0,4	Повышение частоты вращения обрабатываемого элемента до 120 000 об/мин и тем самым повышение точности обработки и снижение

			временных затрат при этом.
--	--	--	----------------------------

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	NASA Glenn Research Center	21000 Brookpark Road Cleveland, OH 44135 Phone: (216) 433-4000 (США)	Космические исследования
2	TU Dresden Elektrotechnisches Institut	Dresden, Helmholtzstr. 9, (Германия)	Технический университет

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ФГУП НПП ВНИИЭМ	107078, г. Москва, Хоромный тупик, дом 4, строение 1 (7701944514)	Космические исследования
2	ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет	450000, г. Уфа ул. К Маркса 12 (274023747)	Технический университет

### 3.2 Гибридное моделирование электроэнергетических систем

Эксперт: Сулайманов Алмаз Омурзакович

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание:

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Должность: начальник научного отдела Энергетического института

Участие в научных, профессиональных сообществах: член экспертного совета премии «Время инноваций»; член Ученого Совета Энергетического института Томского политехнического университета; зам. председателя Научно-технического совета Энергетического института Томского политехнического университета

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Гибридный подход к моделированию электроэнергетических систем (ЭЭС) позволил создать всережимный моделирующий комплекс реального времени ЭЭС (далее Комплекс) в котором на высоком качественном уровне воспроизводятся физические процессы в оборудовании ЭЭС (электрические станции, линии электропередачи, подстанции и динамические нагрузки) и ЭЭС в целом. При этом, комплекс может работать в реальном времени, на неограниченном интервале времени и может быть основой для создания: автоматических систем управления ЭЭС, советчика диспетчера ЭЭС, тренажера диспетчера ЭЭС и т.д. Комплекс не имеет аналогов в мире. Основной идеей применения является создание на базе Комплекса полигона для отработки решений по созданию активно-адаптивных сетей «Интеллектуальных энергосистем» и для разработки и внедрения автоматических систем управления режимами ЭЭС.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Yu. S. Borovikov, A. O. Sulaimanov	Information and control system for use in the real-time multiprocessor simulation of power equipment	TPU	An information and control system is developed for use in the real-time multiprocessor simulation of regular and smart power equipment. Experiments on the system and its software illustrate its suitability for the solution of complex problems arising in power-system design, study, and use
2	Gordiyenko I. , Gusev A., Sulaimanov A.	Distance protection simulation by considering hardware and measuring transformers realization	TPU	The subject of this report is improving the Power System operation reliability, including smart Grid

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Сулайманов А.О., Боровиков Ю.С., Гусев А.С.	Гибридное моделирование линии электропередачи с распределенными параметрами с учетом электромагнитного взаимодействия	Томский политехнический университет	Разработана всережимная математическая модель многоцепной трехфазной линии электропередачи с распределенными параметрами с учетом электромагнитного взаимодействия. Модель реализована в виде гибридного процессора в составе всережимного моделирующего комплекса реального времени электроэнергетических систем
2	Сулайманов А.О.,	Методика и средства	Томский	Представлена методика адекватной настройки дистанционных

	Боровиков Ю.С., Гусев А.С.	адекватной настройки дистанционных защит	политехнический университет	защит, основанная на создании всережимных моделей устройств релейной защиты и автоматики для всережимного моделирующего комплекса реального времени электроэнергетических систем. Разработана модель дистанционной защиты ШДЭ2801. Показана адекватность предложенной методики
3	Боровиков Ю.С., Кобзев А.В., Семенов В.Д., Сулайма	Усилители сигналов для моделей реального времени	Томский политехнический университет, Томский университет систем управления и радиоэлектроники	Рассмотрены результаты разработки и исследования математических моделей усилителей тока и напряжения на основе широтно-импульсной модуляции для моделей реального времени электроэнергетических систем
4	Боровиков Ю.С., Сулайманов А.О.	Информационно- управляющая система мультипроцессорного комплекса моделирования в реальном времени энергосистем	Томский политехнический университет	Рассмотрены результаты разработки и экспериментального исследования информационноуправляющей системы мультипроцессорного комплекса всережимного моделирования в реальном времени обычных и интеллектуальных энергосистем. Приведены фрагменты экспериментальных исследований созданной системы и её программного инструментария, иллюстрирующие наличие пользовательских свойств и возможностей, необходимых для решения сложных задач проектирования, исследования и эксплуатации современных и планируемых энергосистем
5	Боровиков Ю.С., Гусев А.С., Сулайманов А.О.	Принципы построения средств моделирования в реальном времени интеллектуальных энергосистем	Томский политехнический университет	Рассмотрены и сформулированы принципы построения средств всережимного моделирования в реальном времени интеллектуальных энергосистем с активно адаптивными электрическими сетями. Приведены фрагменты экспериментальных испытаний практических реализаций разработанных средств, иллюстрирующие их свойства и возможности

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Электричество	<a href="http://www.znack.com">http://www.znack.com</a>	Тематика журнала: теоретические основы электротехники; оборудование для электростанций; исследование режимов работы электросистем; релейная защита; техника высоких напряжений, включая молниезащиту; проектирование и исследование электрических машин, в том числе со сверхпроводящими обмотками; микромашин, электрических аппаратов и трансформаторов; разработка различного типа преобразователей для управления электроприводами и технологическими процессами; создание новых видов материалов для применения в электротехнических устройствах, машинах и аппаратах.
2	Russian Electrical Engineering	<a href="http://www.allertonpress.com/journals/see.htm">http://www.allertonpress.com/journals/see.htm</a>	This journal is designed for the electrical engineering industry and publishes the latest research results on the design and utilization of new types of equipment for that industry and on ways of improving the efficiency of existing equipment. Theoretical and applied papers cover the following topics: Electrical machines and drives; Power electronics; Electrical transformation; Insulating materials; Low voltage apparatuses; Cable design and thermal analysis; High voltage electrical equipment and technology; Electrothermics; Electromechanics; Electrical equipment for the petroleum industry; Control systems; Electricity supply; Computer analysis of electricity supply systems; Superconducting magnets. The journal is published under the auspices of the Main Administration on the Development of the Electrical Engineering Industry of the Committee of the Russian Federation on Machine Construction, and with the support of a number of electrical equipment manufacturers
3	Известия высших учебных заведений. Электромеханика	<a href="http://www.npi-tu.ru/">http://www.npi-tu.ru/</a>	Журнал публикует статьи, содержащие результаты теоретических и экспериментальных исследований по теоретической электротехнике, электромеханике и электроэнергетике, выполненных в высших учебных заведениях и научно-исследовательских организациях, а также в порядке инициативы авторов; обзорные статьи и дискуссии по важнейшим проблемам развития электротехники и электромеханики; статьи по учебно-методическим вопросам и научно-методическим основам изложения отдельных дисциплин; материалы научных симпозиумов, конференций и совещаний; отзывы на учебники, учебные пособия и монографии; хронику.  Журнал предназначен для профессорско-преподавательского состава, аспирантов,

		докторантов и студентов вузов, научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов, промышленных и энергетических предприятий и организаций.
--	--	--

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz	Dortmund Technical University	Технологии Smart grid
2	Prof. Dr.Sc. Zbigniew A. Styczynski	University of Magdeburg	Технологии Smart grid

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Сулайманов Алмаз Омурзакович	Томский политехнический университет	гибридное моделирование, электроэнергетические системы, релейная защита, энергообменные процессы, реактивная мощность, неактивная мощность
2	Боровиков Юрий Сергеевич	Томский политехнический университет	Электроэнергетика, Электроэнергетические системы, Автоматизация и релейная защита в электроэнергетических системах
3	Гусев Александр Сергеевич	Томский политехнический университет	Электроэнергетические системы, Автоматизация и релейная защита в электроэнергетических системах
4	Воропай Николай Иванович	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН	Электроэнергетические системы, обоснование развития, надежность, живучесть, противоаварийное управление, интеллектуальные технологии
5	Строев Владимир Андреевич	Московский энергетический институт	
6	Бартоломей Петр Иванович	Уральский федеральный университет	совершенствование и развитие математического обеспечения автоматизированных систем диспетчерского управления энергосистемами

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1			

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	ВМК РВ ЭЭС	Томский политехнический университет	используется в учебной и научно-исследовательской работе в ТПУ
2	ВМК РВ ЭЭС	Тюменьэнерго	Первый экспериментальный образец прошел опытную эксплуатацию в Тюменьэнерго
3	ВМК РВ ЭЭС	МЭС Сибири ОАО «ФСК ЕЭС»	Модернизированный ВМК РВ ЭЭС изготовлен для Томского предприятия магистральных электрических сетей МЭС Сибири ОАО «ФСК ЕЭС»

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	China Electric Power Research Institute	No. 15, Xiaoyingdonglu, Qinghe, Haidian District, Beijing (Китай)	Research areas are mainly focused on extra/ultra high voltage power transmission and transformation, secure and reliable operation of large power grid, and engineering mechanics for power transmission and distribution, involving research and development of the state-of-the-art technologies and high-quality products in the areas of power system analysis and simulation, power electronics technology and its application, mechanical structure for power transmission lines,

			application of new materials, power market, power grid automation and power plant control, etc
2	Dortmund Technical University	August-Schmidt-Straße 4 44227 Dortmund (Германия)	The university is highly ranked in terms of its research performance in the areas of physics, electrical engineering, chemistry and economics.
3	University of Magdeburg	Universitätsplatz 2 D-39106 Magdeburg (Германия)	In the past few years research at the University has gone through a decisive change from applied to innovative pure research. Among the many areas represented the neurosciences, immunology, non-linear systems, new materials, processes and products, computational visualistics, social transformation as well as communication and culture deserve a special mention.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Открытое акционерное общество «Научно-технический центр Единой энергетической системы»	г. Санкт-Петербург, ул. Курчатова, д. 14, Лит А (7802001298)	ОАО «НТЦ ЕЭС» (до 07.06.2012 – ОАО «НИИПТ») является многопрофильным электроэнергетическим научно-исследовательским центром, головной научной организацией отрасли в области развития системообразующей сети Единой энергетической системы России и межгосударственных электрических связей. Основная цель деятельности НТЦ ЕЭС заключается в максимальном удовлетворении потребностей Системного оператора в наукоёмких и инновационных технологиях, а также выполнении научно-технических работ для других субъектов электроэнергетики по вопросам, непосредственно связанным с задачами ОАО «СО ЕЭС».
2	Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН)	г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 130 (3812011700)	Институту утверждены следующие основные направления научной деятельности: Теория создания энергетических систем, комплексов и установок и управление ими. Научные основы и механизмы реализации энергетической политики России и её регионов.

### **3.3 Технология определения путей энергосбережения, прогнозирования и управления в больших системах энергетики, на основе углубленного математического анализа избыточных телеметрических массивов данных предыстории работы**

Эксперт: Седов Андрей Владимирович

Ученая степень: Доктор технических наук

Ученое звание: Доцент

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Южный научный центр Российской академии наук

Должность: заведующий лабораторией энергетики и электротехники

Участие в научных, профессиональных сообществах: нет

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Надежность функционирования и безопасность работы больших систем современной энергетики (энергосистем России в целом, электростанций, региональных электроэнергетических систем, подстанций, систем передачи и распределения электроэнергии, систем локального электроснабжения и т.п. ) определяется целым рядом факторов.

В рамках технологии, как наиболее актуальные и прогрессивные, следует выделить подходы:

1) упреждающего управления сложными энергетическими объектами по критериям энергетической эффективности, основанных, как на моделях прямой и обратной динамики энергетических объектов с применением методов оптимальной фильтрации, так и на эффективных интеллектуальных прогнозирующих подходах;

2) моделирования электрической сети и режимов больших электроэнергетических систем с использованием новых моделей адресного распределения потоков; метода «электрического эквивалента», реализующего операторное преобразование электрических, энергетических и экономических характеристик в параметры схемы замещения; усовершенствованные методы точного расчета режимов сетей и другие подобные подходы;

3) прогнозирования электропотребления на основе применения декомпозиционных подходов и методов интеллектуального моделирования;

4) оперативного контроля состояния на базе многосвязных графовых энерго-информационных моделей функционирования и развития систем электроснабжения регионов, предприятий и больших городов.

С точки зрения вопросов совершенствования принципов управления энергетическими системами, реализации новых методов и средств прогнозирования нагрузки в энергосистемах, использования энерго-информационных моделей главный выигрыш состоит в снижении потерь из-за уменьшения использования нерациональных режимов работы генерирующих мощностей, экономии топлива, уменьшению штрафных санкций из-за несоблюдения графиков нагрузки, недопущение аварийных режимов работы оборудования из-за возможной перегрузки. В мировой практике экономический эффект при этом оценивают в 2-5% от общей прибыли.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	S.A. Soliman, Ahmad Mohammad Al- Kandari	Electrical Load Fore- casting: Modeling and Model Construction	Elsevier, 2010 – 440 p.	
2	H. Lee Willis	Spatial Electric Load Forecasting	CRC Press, 2002 – 760 p.	
3	Rafal Weron	Modeling and Forecast- ing Electricity Loads and Prices: A Statistical Approach	John Wiley & Sons, 2007 – 192 p.	

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Л.С. Казаринов, Л.А. Копцев, Д.А. Шнайдер и др.	Автоматизированные системы управления в энергосбережении.	Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. 228 с.	
2	Седов А.В.	Моделирование объектов с дискретно- распределенными параметрами: декомпозиционный подход.	М.: Наука, 2010. – 438 с.	
3	Т.А. Филиппова, А.Г. Русина, Ю.В.	Модели и методы прогнозирования	Новосиб. Гос. Техн. Ун-т. Новосибирск,	

	Дронова.	электроэнергии и мощности при управлении режимами электроэнергетических систем.	2009. 368 с.	
--	----------	---	--------------	--

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Известия РАН. Энергетика		
2	Промышленная энергетика		
3	Известия вузов. Электромеханика		
4	POWER-GEN INTERNATIONAL 2013 – Международная Конференция и Выставка по энергетике, США, г. Орlando.		
5	Международная конференция по энергетической безопасности, г. Москва.		

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции

1	D.W. Bunn and E.D. Farmer	UK	
2	Ahmad Mohammad Al-Kandari	DalTech. Dept. of Electrical and Computer Engineering, USA	

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	А.Г.Русина, М.Ш. Мисриханов	Новосибирский гос. тех. университет	
2	Демура А.В., Надтока И.И.	Южно-Российский гос. тех. университет	
3	Седов А.В., Тришечкин Е.В.	Южный научный центр РАН	

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Electrical Load Forecasting		Прогнозирование электрической нагрузки
2	Long-term/mid-term forecasting		Краткосрочное и оперативное прогнозирование

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Системы оперативного и краткосрочного прогнозирования электрической нагрузки	ОАО Ростовэнерго	Программные комплексы для планирования и диспетчерского управления

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	ABB, Inc. Raleigh, North Carolina, U.S.A.	(США)	
2	Electrical Engineering Department, Misr University for Science and Technology (MUST),	Egypt	

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Филиал открытого акционерного общества „Научно-технический центр электроэнергетики“ Всесоюзный научно-исследовательский институт электроэнергетики»		
2	ОРГРЭС		
3	Московский энергетический институт		
4	Южный научный центр РАН		
5	Южно-Российский государственный технический университет		
6	Томский политехнический университет		

### **3.4 Технология энергоэффективного производства высокопрочных строительных материалов нового поколения из металлургических шлаков на основе волновых технологий**

Эксперт: Абдрашитов Булат Малихович

Ученая степень: Доктор технических наук

Ученое звание: Старший научный сотрудник

Место работы: Государственное учреждение «Войсковая часть 54726»

Должность: Старший научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах: Член диссертационного совета в/ч 54726.

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Принципиальная новизна заключается в том, что помол металлургических шлаков предлагается осуществлять на основе волновых технологий (методов нелинейной волновой механики). Реализация данного метода за счет эффекта волнового измельчения и активации сухих компонентов позволит получать материалы с принципиально новыми улучшенными эксплуатационными характеристиками, и даже уникальными характеристиками. Проведенные исследования показывают, что возможно достижение прочности до М3000 и выше.

В настоящее время нелинейная волновая механика и волновые технологии – конкурентное преимущество мирового уровня, не имеющее аналогов в мировой практике.

Решаемые проблемы:

1. Экология – утилизация сотен миллионов тонн техногенных отходов металлургического и химического производств – шлаков и щелочей.
2. Строительство – выпуск строительных материалов нового поколения с уникальными свойствами. Прочность – до М3000 и выше (у современных цементов – максимум, М600).
3. Энергосбережение – уменьшение энергетических затрат, минимум, вдвое.
4. Машиностроение – развитие нового инновационного направления в машиностроении – волнового машиностроения, не имеющего аналогов в мировой практике.

Технико-экономический эффект:

- Выпуск новой инновационной продукции для современного строительства – объемом в сотни миллионов тонн на сумму более 500 миллиардов рублей в течение ближайших 5-ти лет.
- Создание новых рабочих мест в машиностроении, производстве строительных материалов, строительстве и других отраслях – более 100 тысяч новых рабочих мест в течение ближайших 5-ти лет.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Отсутствуют			

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Ганиев Р.Ф.	Волновые машины и технологии (введение в волновую технологию)	М.: Научно-издательский центр	Изложены основы волновых технологий
2	Ганиев Р.Ф. и другие	Волновые технологии в инновационном машиностроении	М.: Научно-издательский центр	Показаны существенные преимущества волновых технологий

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Сайт ФГБУ науки Института машиноведения им. А. А. Благоднарова РАН	<a href="http://www.imash.ru/wave-mechanics/">http://www.imash.ru/wave-mechanics/</a>	

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Отсутствуют		

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Академик РАН Ганиев Ривнер Фазылович	Филиал ФГБУ науки Института машиноведения им. А. А. Благонравова РАН	Директор Института машиноведения РАН Руководитель НЦ НВМТ
2	Украинский Леонид Ефимович	Филиал ФГБУ науки Института машиноведения им. А. А. Благонравова РАН	Заместитель директора НЦ НВМТ по научной работе. Доктор технических наук, профессор

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Волновые технологии	Wave technologies	Технологии преобразования энергии колебаний и волн в энергию других форм движений неколебательного характера в многофазных системах в условиях резонансных взаимодействий

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Для подготовки технологии к широкомасштабному промышленному внедрению требуется проведение НИОКР	НЦ НВМТ	Проведенные исследования показывают, что возможно достижение прочности до М3000 и выше

	для решения проблемы масштабирования		
--	--------------------------------------	--	--

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Отсутствуют		

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Филиал ФГБУ науки Института машиноведения им. А. А. Благодравова	Россия, 101990, Москва, Малый Харитоньевский переулок, д.4 (0)	Нелинейная волновая механика. Волновые машины и технологии

**4. Исполнительные устройства нового поколения, обеспечивающие обработку («выращивание», формирование) материальных изделий (3D принтеры, инфузионные технологии, методы обработки поверхностей, «ростовые» технологии).**

#### **4 1. Формообразование при дуговых процессах с внешним воздействием**

Эксперт: Мошкин Владимир Иванович

Ученая степень: Кандидат технических наук

Ученое звание: Доцент

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Курганский государственный университет»

Должность: Заведующий кафедрой «Энергетика и технология металлов»

Участие в научных, профессиональных сообществах: нет

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Технология комплексного воздействия на металл при наплавке позволяет экономить остродефицитные материалы, расширить номенклатуру упрочняемых деталей и вести обработку с эффектом безотходности.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	не известны			

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Казаков Ю.Н.	Разработка принципа безотходной обработки металла резанием в ходе наплавки	Вестник СГАУ. – Саратов, 2004, №1, С.29-33	Разработана серия наплавочных установок, отличающихся оригинальным приводом исполнительных механизмов от линейного электромагнитного двигателя

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1			

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1			

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Казаков Юрий Николаевич, д.т.н.; Угаров Геннадий Г	СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов	

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Импульсный линейный электромагнитный двигатель (ЛЭ)	LEME	Электромеханический преобразователь электромагнитного типа с возвратно-поступательным движением рабочего органа – якоря.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Технология наплавки с внешним воздействием	Предприятия г. Саратова	Разработана технология комплексного воздействия на металл при наплавке, которая позволяет экономить остродефицитный металл, расширить номенклатуру упрочняемых деталей и вести обработку с эффектом безотходности.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1			

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов	г. Саратов, ул. Политехническая, 77	Технический университет

**4.2. Цифровые технологии обработки (изготовления) керамических деталей газогенераторов, микротурбин, имплантантов с недостижимыми ранее высокими характеристиками по надежности, температурной стойкости и адаптации к организму человека.**

Эксперт: Рыцев Сергей Борисович

Ученая степень: Кандидат технических наук

Ученое звание:

Место работы: Открытое акционерное общество «Национальный институт авиационных технологий»

Должность: Начальник лаборатории

Участие в научных, профессиональных сообществах:

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Цифровые технологии изготовления керамических деталей и изделий для утилизации отработанных нефтяных месторождений в виде систем зажигания без пламени (свеча накаливания) с ресурсом в несколько сот часов и

температурой эксплуатации 900-1000°C позволят реализовать экологически чистую утилизацию остатков нефти, гудрона и других остатков загрязнений окружающей среды со значительной экономией электродов за счет применения температуростойких керамических вновь разработанных свечей накаливания.

Экономический эффект составит сотни млн. руб.

Применение малогабаритных энергетических систем на базе микротурбогенераторов на органическом топливе с изготовлением основных деталей и узлов из термостойкой, высокопрочной керамики с ресурсом более 20000 часов и температурой эксплуатации выше 1450°C делает возможным массовое применение экологичных, малогабаритных средств автономной электро и теплоэнергетики в отдаленных и малодоступных районах. Внедрение цифровых технологий изготовления из высокопрочной и адаптированной к организму человека имплантатов из керамики решит многие проблемы в ортопедии и протезировании.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Д.Моградо	Состояние и обзор рынков сбыта микро СНР», Симпозиум по микро СНП, Сондерборг,,	Дания, 14 января 2010 г	Описываются рынки сбыта микроэнергетических систем
2	Дж.Слоу	Микро СНР для повышения энергоэффективности: новые технологии, изделия и рынки сбыта	Делта Енерджи энд Энвайронмент Эффилиэйшн (Delta Energy & Environment Affiliation	Рассматривается энергоэффективность микроэнергетических систем

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	А.В. Сударев и другие	Разработка и производство автономных энергетических источников на базе микротурбинной		

		установки мощностью 200-3000 Вт		
2	А.В. Сударев и другие	Энергообеспечение оборудования линейной части магистральных газопроводов с помощью газотурбинных автономных микроисточников (АЭМ)		

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Вестник Санкт-Петербургского университета. СЕРИЯ 4: ФИЗИКА, ХИМИЯ	г. Санкт- Петербург	Описываются технологии создания керамик и керметов
2	Сборник тезисов «Научно-технический конгресс по двигателестроению (НТКД-2010)	г. Санкт- Петербург	Излагаются новые конструктивные решения микротурбин
3	Восточно-европейский журнал передовых технологий	г. Санкт- Петербург	Описываются автономные системы энергоснабжения

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	С. Бергер, Е. Раабе	Берлинер Energieagentur ГмБх	Малая энергетика

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	О.С. Сироткин, С.Б. Рыцев	ОАО НИАТ	Разработка аддитивных технологий микро ГТД
2	А.В.Сударев	НТЦ им. Бойко	Разработка аддитивных технологий микро ГТД
3	В.Г. Конаков	ООО	Разработка аддитивных технологий микро ГТД
4	А. Папуша	ЦНИТИ	Утилизация отходов

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	микротурбогенератор	mems	Микроэлектронная энергетическая система
2	газогенератор		Система для утилизации нефтяных, топливных и др. отходов

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Разработка новых технологий обработки (изготовления) керамических деталей микро турбин с	Научный центр «Керамические двигатели» им. Бойко	Испытана турбинная группа с T=1350 C с перспективой разработки материала и технологии с реализацией с T=1500 безохлаждения

	недостижимыми ранее высокими характеристиками по надежности, температурной стойкости		
2	Разработка новой технологии обработки керамических деталей газогенераторов с недостижимыми ранее высокими характеристиками по надежности и температурной стойкости	Московская область, Базовый исполнительный модуль	Разработка газогенератора и технологии утилизации различных отходов автором и руководителем разработки д.т.н. , академиком РАЕН А.И.Папушей на крупнейшем экологическом форуме в Лас-Вегасе “Технологии по охране окружающей среды за здоровый мир” в марте 1997 удостоена высшей премии “За достижения в разработке технологий по охране окружающей среды в интересах всего человечества”. О высоком признании свидетельствует также включение разработки в список ООН, рекомендуемых к внедрению технологий, под именовым названием «Papusha Rocket Technology». В рамках новой производственной технологии разрабатывается свеча накаливания из новой керамики с недостижимыми ранее температуростойкостью и ресурсом более 2 тыс. часов.
3	FRIALIT	Москва, ОАО НИАТ	Проведены испытания по обрабатываемости новой керамики, разрабатывается технология и материал типа фриалит с высокой адаптацией к организму человека

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	ElFER (European Institute for Energy Research)	Emmy Noether Straße 11, 76131 Karlsruhe (Германия)	Малая энергетика
2	Honda	(Япония)	Автономные системы энергетике, генераторы

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	СКБ "ТУРБИНА"	г. Челябинск, пр. Ленина 2Б (0)	Многофункциональные ГТД
2	ОКБ «Сатурн»	г. Москва	Газотурбинные двигатели

**5 Новые материалы и композиции (конструкции) из материалов (включая композиционные материалы различных типов, материалы с заранее заданными свойствами)**

**5.1. Гибридные (органика-неорганика) материалы для гибкой органической электроники**

Эксперт: Алешин Андрей Николаевич

Ученая степень: доктор физико-математических наук

Ученое звание: -

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- приглашенный профессор, Физический факультет & Институт наносистем Nano Systems Institute – Национальный исследовательский центр, Сеульский национальный университет, Сеул, Республика Корея.
- приглашенный профессор, программа ВК-21, секция физических исследований, Сеульский национальный университет, Сеул, Республика Корея.
- приглашенный профессор, Физический факультет, Федеральный политехнический университет Лозанны, Лозанна, Швейцария.
- приглашенный исследователь, Физический факультет, Або Академи Университет, Турку, Финляндия.
- приглашенный исследователь, Институт полимеров и органических твердых тел, Калифорнийский университет в Санта-Барбаре, Санта-Барбара, Калифорния, США.
- член Material Research Society (USA)
- победитель Конкурса русских инноваций 2006 г. в категории перспективных проектов.

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Интеграция на наноуровне органических (полимер) и неорганических (наночастицы) материалов является перспективным направлением создания гибридных оптоэлектронных структур, совмещающих в себе проводимость полимеров и уникальные электрические и оптические свойства неорганических полупроводниковых наночастиц. Применение новых (органика-неорганика) материалов в гибридных приборных структурах позволяют существенно повысить эффективность органических светодиодов, солнечных элементов и гибких устройств на их основе. Перспективы совре-

менной органической электроники непосредственно связаны с созданием и внедрением новых композитных полупроводниковых материалов, которые можно наносить на подложки методами струйной печати и холодной штамповки. Этот путь является основным направлением развития гибкой органической электроники в мире, которая в последние годы переживает бурное развитие.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	T.A. Skotheim, J.R. Reynolds (Eds.) .	Handbook of Conducting Polymers (3rd Ed., CRC Press, NY, V.1-2, 2007)	сборник обзорных статей	

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	нет			

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Organic electronics	<a href="http://www.journals.electronicsonline.com/organic-electronics/">http://www.journals.electronicsonline.com/organic-electronics/</a>	Новые органические и композитные материалы и приборы на их основе

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Alan Heeger	UCSB, USA	органические светодиоды, солнечные элементы Нобелевская премия по химии 2000

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	нет		

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Flexible organic hybride electronics	гибкая органическая гибридная электроника	Гибкие мобильные устройства связи, гибкие экраны, гибкие солнечные элементы, идентификационные метки на продуктах и товарах

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Samsung, LG	Korea	Гибкие дисплеи для мобильных устройств, гибкие солнечные элементы

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Philips	(Нидерланды)	Органическая печатная электроника

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	нет		

## **5.2. Сплавы циркония с субмикро- и нанокристаллической структурой для ядерной энергетики РФ и технологии получения изделий из них**

Эксперт: Зуев Лев Борисович

Ученая степень: доктор физико-математических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук

Должность: заместитель директора по научной работе

Участие в научных, профессиональных сообществах:

– Соросовский профессор 1994, 1997 и 1998 г; членство в Томском профессорском собрании; профессор кафедры теории прочности и проектирования физико-технического факультета Томского государственного университета

### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

В настоящее время атомная энергетика Российской Федерации, а также энергетические реакторы типа ВВЭР и РБМК, построенные в предыдущий период и строящиеся в настоящее время в странах ближнего и дальнего зарубежья, обеспечиваются изделиями из сплавов циркония для работы в активной зоне реакторов. В атомной энергетике РФ используются три сплава на основе циркония: Э110, Э125 и Э635, выплавляемые на основе бинарной системы Zr-Nb. Наиболее важными с точки зрения надежности работы атомных реакторов являются механические свойства труб,

используемых для изготовления тепловыделяющих элементов и тепловыделяющих сборок разных конструкций. Требования по сроку службы этих элементов, уровню выгорания топлива в реакторе и срокам эксплуатации между перегрузками топлива непрерывно ужесточаются. В таких условиях повышение прочности трубной продукции из циркониевых сплавов становится проблематичным. В настоящее время стало ясным, что пути решения задачи повышения прочности следует искать в двух направлениях:

1. Оптимизация химического состава сплавов за счет рационального использования легирующих элементов и микропримесей (кислород, железо, сера и др.).

2. Создание субмикроструктурной и нанокристаллической структуры, способной обеспечить рост прочности сплавов и надежность изделий из них.

Если первый путь уже в достаточной мере реализуется, в том числе и на промышленных предприятиях (ОАО «Чепецкий механический завод»), то на втором фактически делаются только первые шаги. При этом большинство работ в этом направлении выполнено на образцах малого размера, и перенос полученных результатов на реальные изделия оказывается затруднительным.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Defeng Guo et al.	High strength and ductility in multimodal-structured Zr	State Key Laboratory of Metastable Materials Science and Technology, Yanshan University, 066004 Qinhuangdao, PR China	Установлена связь между структурным состоянием циркония и его сплавов и прочностными показателями. Показана перспективность упрочнения за счет измельчения структуры.
2	Kaveh Edalati et al.	Allotropic phase transformation of pure zirconium by high-pressure torsion	Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan	Обсуждается возможность получения субмикроструктурной структуры за счет деформации кручением в области фазового превращения в цирконии.
3	L. Jiang et al.	Texture, microstructure and mechanical properties	Department of Physical Metallurgy, National Center for Metals Research (CENIM), CSIC, Avda. de Gregorio del Amo, 8, 28040 Madrid, Spain	Методами электронной микроскопии исследована структура субмикроструктурной циркония в зависимости от режимов его обработки.

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Заводчиков С.Ю., Зуев Л.Б., Котрехов В.А.	Металловедческие вопросы производства изделий из сплавов циркония.	Чепецкий механический завод. Институт физики прочности и материаловедения СО РАН	Описана технология производства трубной продукции из сплавов циркония. Проанализированы возможности легирования сплава кислородом. Рассмотрена возможность создания микрокристаллической структуры за счет радиальнойковки заготовок из сплавов циркония.
2	Табачникова Е.Д. и др.	Механические свойства ультрамелкозернистого циркония в интервале температур 4,2 – 300 К	Физико-технический институт низких температур НАН Украины	Предложена методика измельчения зерна в цирконии и проанализированы его свойства в зависимости от размера зерна
3	Маркелов В.А. и др.	Практика повышения технологической пластичности и вязкости сплава Э635 для изделий ТВС ВВЭР-1000	Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов	Рассмотрены возможности повышения технологических и эксплуатационных свойств путем управления степенью рекристаллизации, размером, плотностью однородностью распределения частиц вторых фаз.

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	International Symposium ASTM	ASTM. 100 Barr Harbor Drive. PO Box C700. West Conshohocken, PA 19428-2959. USA	Основной международный форум по использованию циркония и его сплавов в ядерной промышленности. Проводится в разных странах мира с интервалом в три года. Выпущены труды каждого из симпозиумов.

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Defeng Guo	State Key Laboratory of Metastable Materials Science and Technology, Yanshan University, 066004 Qinhuangdao, PR China	Специалист в области структурных исследований сплавов
2	D.W. Brown	MST-8, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, USA	Специалист в области разработки механизмов упрочнения сплавов за счет структурных преобразований.
3	G.C. Kaschner	Materials Science and Technology Division, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, USA	Специалист в области циркониевых сплавов для ядерной энергетики
4	L. Jiang	Department of Physical Metallurgy, National Center for Metals Research (CENIM), CSIC, Avda. de Gregorio del Amo, 8, 28040 Madrid, Spain	Специалист в области обработки металлов давлением и механических испытаний материалов
5	Eiichiro Matsubara	Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering, Kyoto University, Kyoto 606-8501, Japan	Специалист в области электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа сплавов.
6	Неклюдов И.М.	Харьковский физико-технический институт НАН Украины	Специалист в области высокопрочных материалов, в том числе, на основе циркония.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Никулина А.В.	Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов	Разработка сплавов на основе циркония. Разработка режимов обработки давлением и термообработки.
2	Маркелов В.А.	Высокотехнологический научно-	Специалист в области металловедения и технологии цирконие-

		исследовательский институт неорганических материалов	вых сплавов и их микроскопического анализа.
3	Заводчиков С.Ю.	Чепецкий механический завод	Технология производства трубной продукции из сплавов циркония. Металловедение сплавов циркония.
4	Калин Б.А.	Национальный исследовательский ядерный университет. МИФИ	Материалы для ядерной энергетики. Радиационная физика. Методы исследования металлов и сплавов.

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Субмикроструктурная структура	нет	Структура сплава с размером зерна 0,5...1,0 мкм
2	Нанокристаллическая структура	нет	Структура сплава с размером зерна менее 0,5 мкм

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Радиальная ковка заготовок для прокатки труб из циркониевых сплавов	Чепецкий механический завод	Технология позволяет получать однородную кристаллическую структуру сплавов циркония с размером зерна 1 мкм и менее. Обеспечиваются большие деформации по стенке заготовки и высокое качество поверхности.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Atomic Energy of Canada	2251 Speakman Drive. Mississauga	Производство и исследования циркониевой продукции

	Limited	Ontario, Canada L5K 1B2 (Канада)	
2	Oak Ridge National Laboratory	Bethel Valley Road. P.O. Box 2008. Oak Ridge. TN 37831-6010 (США)	Исследования материалов для ядерной энергетики
3	Lawrence Livermore National Laboratory	Livermore, CA. P.O. Box 808, L-353 (США)	Исследования материалов для ядерной энергетики
4	Los Alamos National Laboratory	Mailstop B228. Los Alamos, NM 87545 (США)	Исследования материалов для ядерной энергетики

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов	123060, Москва, ул. Рогова, д. 5 (7734598490)	Разработка и исследования материалов для ядерной энергетики
	Московский институт стали и сплавов	119049, Москва, Ленинский проспект, д.4 (7706019535)	Материаловедение для атомной энергетики, производство субмикроструктурных материалов
	Институт физики прочности и материаловедения СО РАН	634055, Томск, пр. Академический, д.2/4 (7021000822)	Вопросы прочности и деформируемости новых материалов

### 5.3 Фотонные и фононные кристаллы, технология создания и использования

Эксперт: Лебедев Сергей Григорьевич

Ученая степень: кандидат физико-математических наук

Ученое звание: старший научный сотрудник

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук

Должность: старший научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- член международного общества разработчиков ядерных мишеней (International Nuclear Target Development Society)
- рецензент журнала Physical Review APS
- член экспертного Совета Конкурса Русских Инноваций
- консультант Федерального Института Промышленной Собственности (ФИПС).

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Технология получения фотонных (фононных) кристаллов (ФК) представляет собой самосборку в самоорганизующихся коллоидных системах, где при переходе беспорядок-порядок происходит рост сферических глобул диоксида кремния, размером 100-1000 нм. Монодисперсную фазу выделяют центрифугированием. В дальнейшем композит опала высушивают и упрочняют отжигом.

Применение фотонных кристаллов: световоды, сенсоры, переключатели, низкопороговые лазеры, оптические интегральные схемы.

Технология получения наноразмерных фононных кристаллов, называемых фононными резонаторами, представляет собой получение ультрадисперсных порошков (методом химических реакций в потоке термической

плазмы, или методом осаждения из коллоидных растворов). Монодисперсную фазу можно получить центрифугированием или мембранными технологиями. В дальнейшем частицы близкого размера в монодисперсной фазе покрываются нанооболочками методом молекулярного наслаивания. Порошок фононных резонаторов высушивается и спекается отжигом в композит.

Применение фононных резонаторов – перспективные композиты с регулируемым электрон-фононным взаимодействием для создания высокотемпературных сверхпроводников, а также улучшения оптических и термических свойств.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Suxia Yang, J. H. Page, Zhengyou Liu, M. L. Cowan,	Focusing of Sound in a 3D Phononic Crystal	Phys.Rev.Lett. 93(2004)024301	Экспериментальное и теоретическое изучение фононной фокусировки в 3D фононном кристалле
2	O.Koblinger et al.	Phonon stop band in amorphous superlattices	Phys.Rev.B, v.35(1987)9372	В периодически слоистых средах существуют энергетические интервалы, где распространение фононов не возможно

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	В.Н.Богомолв и др., ФТИ им. А.Ф.Иоффе	Прохождение фононов через фононные кристаллы – среды с пространственной модуляцией акустических свойств	Физика твердого тела, т.44(2002)175	измерена теплопроводность оптически неоднородных кристаллов опала
2	L.V.Kravchuk, S.G.Lebedev ИЯИ РАН	Nanocomposite of Phonon Resonators	Intern. Review of Physics, v.6, №6, 2012, p.484	Покрытие нанокристаллов нанооболочкой создает фононный резонатор, моды колебаний которого – усиленные стоячие волны, что позволяет резонансно усилить все фононно-модулированные процессы
3	Е.Л.Ивченко, А.Н.Поддубный	Резонансные трехмерные фотонные кристаллы	Физика твердого тела, т.48, вып.3, 2006г., стр.541	Развита теория экситон -поляритонной зонной структуры трехмерного фотонного кристалла

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Фофоника открывает новые возможности для управления звуком и тепловыми потоками	<a href="http://elementy.ru/news/432142?page_design=print">http://elementy.ru/news/432142?page_design=print</a>	Фофоника – раздел физики, занимающийся тонким управлением звуковыми, ультразвуковыми и тепловыми колебаниями в различных структурах. В отличие от акустики, активную роль тут играет сама среда, через которую распространяется колебание. Благодаря целому ряду достижений последних лет, в инструментарии экспериментальной физики появились необычные устройства, способные направлять упругие колебания среды в соответствии с желаниями физиков. На днях в журнале Nature вышла обзорная статья, посвященная этому разделу физики. Взяв за основу эту публикацию, мы кратко обрисовываем текущую ситуацию в этой области.
2	Photonic crystal	<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Photonic_crystal">http://en.wikipedia.org/wiki/Photonic_crystal</a>	англоязычная страница в Википедии, посвященная фотонным кристаллам

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Martin Maldovan	Department of Materials Science and Engineering, Massachusetts Institute of Technology	Физика фононов, акустика, метаматериалы, тепловые волны

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	В.Н.Богомолов	ФТИ им.А.Ф.Иоффе	Фотонные кристаллы
2	А.А.Мальгин	Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет).	Химия твердого тела и химия поверхности. Химическая нанотехнология на принципах метода молекулярного наслаивания. Нanomатериалы различного функционального назначения: сорбенты, катализаторы, наполнители, полимерные нанокомпозиты, тонкие пленки.
3	Л.В.Кравчук, С.Г.Лебедев	ФГБУ науки Институт ядерных	Фононные резонаторы и композиты на их основе

		исследований РАН	
--	--	------------------	--

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Photonic band gap	Фотонная запрещенная зона	Глубокая аналогия с запрещенной зоной электронных кристаллических материалов
2	Photonic crystal	Фотонный кристалл	По аналогии с электронным кристаллом
3	Photonic crystal fibres	Оптическое волокно на фотонных кристаллах	Класс оптических волокон, оболочка которых имеет структуру двумерного фотонного кристалла. Благодаря такой структуре оболочки открываются новые возможности управления дисперсионными свойствами волокон в широком диапазоне и степенью локализации электромагнитного излучения в направляемых волноводных модах.

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Лазеры с фотонными кристаллами	Bell Labs в Мюррей-Хилл, штат Нью-Джерси, США	Позволят получить малосигнальную лазерную генерацию, так называемые низкопороговые и беспороговые лазеры. Уникальность его заключается в том, что фотонный кристалл обеспечивает почти полное управление движением проходящего через него света. Такие возможности достигаются за счет наличия в кристалле диэлектрика равномерно распределенных мельчайших отверстий. Их диаметр подобран таким образом, что они пропускают световые волны лишь определенной длины, а остальные частично отражают или поглощают. При определенном физическом воздействии на кристалл, например, звуковыми волнами, длина световой волны, пропускаемой кристаллом, и направление ее движения могут

			значительно меняться. Велика вероятность того, что в будущем микросхемы, содержащие огромные массивы подобных лазерных излучателей, будут широко применяться в оптических телекоммуникациях, а также в качестве чувствительных сенсоров для различных датчиков.
2	Волноводы на фотонных кристаллах,	Centre for Photonics and Photonic Materials Department of Physics University of Bath Claverton Down Bath BA2 7AY UK	Фотонно-кристаллическое оптическое волокно (ФКВ, микроструктурированное оптическое волокно, дырчатый волновод) – класс оптических волокон, оболочка которых имеет структуру двумерного фотонного кристалла. Одно из важнейших практических применений ФКВ – создание на их основе генераторов суперконтинуума (конвертации лазерного излучения в излучение с широкой полосой спектра, т. е. низкой временной когерентностью, с сохранением высокой пространственной когерентности) и получения (оптических гребенок (англ.)). Очень перспективно использование ФКВ для преобразования длины световой волны, для создания устройств оптической обработки сигналов, для транспортировки мощного светового излучения

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Centre for Photonics and Photonic Materials Department of Physics University of Bath	Claverton Down Bath BA2 7AY UK (Великобритания)	Волноводы на фотонных кристаллах
2	Bell Labs	Мюррей-Хилл, штат Нью-Джерси (США)	Лазеры с фотонными кристаллами

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
-------	-----------------------------	-------------	----------------------

1	ФТИ им.А.Ф.Иоффе РАН	194021, г. Санкт-Петербург, Россия (7802072267)	фотонные кристаллы
---	----------------------	--	--------------------

#### **5.4 Новые функциональные материалы на основе проводящих полимеров, содержащих металлические центры**

Эксперт: Тимонов Александр Михайлович

Ученая степень: доктор химических наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»

Должность: профессор

Участие в научных, профессиональных сообществах: нет.

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Органические проводящие полимеры («органические металлы») получили заслуженное признание как исходные вещества для создания функциональных материалов, используемых в электронных, хемотронных и оптоэлектронных устройствах. Внедрение в органические проводящие полимеры металлических центров, например, путем синтеза полимеров из координационных соединений переходных металлов с органическим лигандным окружением открывает

новые возможности для управления свойствами полимеров за счет варьирования природы (электронной структуры) металлического центра:

- наличие в цепи сопряжения полимера атомов металла с переменными степенями окисления создает возможность реализации нового пути транспорта заряда – наряду с поляронной проводимостью, характерной для органических проводящих полимеров, имеет место редокс-проводимость, осуществляющаяся за счет переноса электрона между металлическими центрами;
- внедрение в структуру полимера координационно-ненасыщенных атомов металлов, способных к редокс-реакциям, позволяет создавать функциональные материалы для электрокаталитических систем;
- синтез металл-содержащих полимеров позволяет существенно расширить число оптических электронных переходов по сравнению с органическими соединениями за счет появления переходов металл-лиганд и интервалентных переходов. Это открывает новые возможности управления оптическими свойствами полимеров.

Основными проблемами являются: синтез соединений с заданными свойствами для применения в электрокатализе, сенсорных системах, оптических устройствах, методы эффективного управления свойствами металлополимеров, повышение их электронной проводимости. Решением поставленных задач является переход к наноструктурной и молекулярной организации металлополимерных систем.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Vilas-Boas M., Freire C., de Castro B., Hillman	Electrochemical Characterization of a Novel Salen-Type Modified Electrode	J. Phys. Chem. B. 1998. V.102, N. 43. P. 8533.	Синтез и исследование свойств нового проводящего полимера
2	Vilas-Boas M., Freire C., de Castro B., Christe	Spectroelectrochemical Characterisation of poly[Ni(saltMe)]-Modified Electrodes	Chem. Eur. J. 2001. V.7. N.1. P. 139.	Спектральные характеристики нового проводящего полимера
3	João Tedima, Sónia Patrício, Joana	Modulating spectroelectrochemical properties of [Ni(salen)] polymeric film	Synthetic Metals Volume 161, Issues 9–10, May 2011, Pages 680–691	Спектральные характеристики нового проводящего полимера

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Tshepurnaya I.A., Vasilieva S.V., Logvinov S.A.	Electrochemical Synthesis and Characterization of Redox Polymer Nanostructures	Langmuir. 2003. Vol. 19(21). P. 9005- 9012.	Синтез и свойства наноструктурированных проводящих полимеров
2	Родягина Т.Ю.,	Структурирование	Электрохимия.	Синтез и свойства проводящих полимеров, структурированных

	Гаманьков П.В., Дмитриева Е.А., Ч	редокс-полимеров поли-[M(Schiff)] на молекулярном уровне: методы и результаты	2005. Т. 41. №10. С.1224-1233.	на молекулярном уровне
3	И.А. Чепурная, С.А. Логвинов, М.П. Карушев, А.М	Модификация электродов суперконденсаторов полимерными металлокомплексами: методы и результаты	Электрохимия. 2012. Т.48. № 5. С. 590-597	Применение проводящих полимеров для создания суперконденсаторов

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Langmuir	<a href="http://pubs.acs.org/journal/langd5">http://pubs.acs.org/journal/langd5</a>	Langmuir is an interdisciplinary journal publishing articles in materials: nano- and mesostructured materials, polymers, gels
2	Synthetic Metals	<a href="http://www.journals.elsevier.com/synthetic-metals">http://www.journals.elsevier.com/synthetic-metals</a>	The Journal of Electronic Polymers and Electronic Molecular Metals
3	Электрохимия	Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН	Журнал рассматривает все аспекты современной электрохимии

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Dr. Cristina Freire	Departamento de Químicae Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 4169-	Крупный специалист в области синтеза и исследования новых проводящих полимеров

		007Porto,Portugal	
2	Prof. A. Robert Hillman	Department of Chemistry, University of Leicester, Leicester LE17RH, UK	Крупнейший специалист в области исследования новых проводящих полимеров
3	Prof. Paul Christensen	Chemistry Department, The University of Newcastle, Newcastle upon Tyne NE1 7RU, U.K.	Крупнейший специалист в области исследования новых проводящих полимеров

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Проф. В.В.Малев	Каф. электрохимии СПбГУ	Крупнейший специалист в области математического моделирования процессов в проводящих полимерах
2	Проф. А.М.Тимонов	Каф. неорганической химии РГПУ им. А.И.Герцена	Известный специалист в области синтеза и исследования проводящих полимеров

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Проводящий полимер	Conducting polymer	Органические полимеры, которые проводят электрический ток
2	Проводящий металлополимер	Conducting metallopolymer	Проводящие полимеры на основе металлокомплексов

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Промышленное применение данных функциональных материалов не проводилось		

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Departamento de Químicae Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto,	4169-007 Porto, Portugal (Португалия)	Проводящие материалы

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	РГПУ им. А.И.Герцена, кафедра неорганической химии	191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, 48 (0)	неорганическая химия
2	СПбГУ, кафедра электрохимии	198504, Россия, Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский пр. 26, (0)	электрохимия

### 5.5 Высокопрочные немагнитные стали для изготовления трубных элементов

Эксперт: Антипов Виктор Николаевич

Ученая степень: Доктор технических наук

Ученое звание: Старший научный сотрудник

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук

Должность: Ведущий научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах: Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников (РНТОЭ), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Международная энергетическая академия (МЭА), Академия электротехнических наук Российской Федерации (АЭН РФ)

### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

На сегодняшний день самая низкая себестоимость выработанной электроэнергии и самая высокая эффективность полезного использования топлива (до 90%,) в когенерационных установках, использующих технологию прямого газотурбинного цикла. Одна из таких технологий базируется на применении микротурбин с номинальной частотой вращения вала 50000-120000 мин<sup>-1</sup>. При таких частотах роторная система микротурбогенераторов с постоянными магнитами подвергается большим центробежным нагрузкам и появляется необходимость получения высокопрочных материалов – немагнитных сталей с пределами текучести порядка 1600 МПа – 2500 МПа для изготовления бандажного стакана ротора. Существуют жаропрочные сплавы на никелевой основе типа ХН68ВКТЮ и ХН63МБ, а также прецизионные сплавы на кобальтовой основе типа 40КХНМ и 40КХНМВТЮ, достигавшие на образцах требуемых характеристик. Однако промышленно освоенных технологий изготовления трубных элементов с упомянутыми свойствами не выявлено. Для микротурбогенераторов необходимы тонкостенные (2-8 мм) цилиндры из высокопрочной стали с диаметрами 60-300 мм.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	BAKER S.P.	PLASTIC DEFORMATION AND STRENGTH OF MATERIALS IN SMALL DIMENSIONS.	Department of Materials Science and Engineering, Cornell University, Bard Hall, Ithaca, NY 14850, United States	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING: A Издательство Elsevier Science Publishing Company, Inc. Год выпуска 2001 Том 319-321 Номер выпуска
2	Y. M. Wang, E. Ma	Three strategies to achieve uniform tensile deformation in a nanostructured metal. Acta Mater. 2004. 52. P. 1699-1709.	Dept. of Mat. Sci. and Engineering, Johns Hopkins University	In nanostructured metals with grain sizes of the order of 100 nm, dislocation mechanisms remain dominant in controlling plastic deformation. These materials, similar to their coarse-grained counterparts that have been subjected to heavy cold work, can no longer go through the several strain hardening stages of normal metals and are hence susceptible to plastic instabilities such as necking in tension. For processing and applications, it is obviously important and often necessary to control such inhomogeneous plastic deformation. Here we demonstrate three strategies to achieve relatively large stable tensile deformation in nanostructured metals, using the pure Cu processed by equal channel angular pressing as a model. The first approach uses an in situ formed composite-like microstructure, such as a bimodal grain size distribution, to impart strain hardening to the material and attain large uniform tensile strains while maintaining the majority of the strengthening brought forth by nanostructuring. In the second route, deformation is conducted at low temperatures, such as 77 K. The material regains the ability to work harden due to suppressed dynamic recovery. Uniform elongation is achieved as a result, together with an elevated strength at the cryogenic temperature. The third method takes advantage of the elevated strain rate sensitivity of the flow stress of the nanostructured Cu, especially at slow strain rates. Using the stabilizing effects of strain rate hardening on

				tensile deformation, nearly uniform strains can be acquired in absence of strain hardening. We also discuss the deformation mechanisms involved in these approaches to assess their applicability to nanocrystalline metals with grain sizes well below 100 nm, where normal dislocation activities become severely suppressed.
3	X Zhang, H Wang, R.O Scattergood, J Narayan, C.C K	Studies of deformation mechanisms in ultra-fine-grained and nanostructured Zn. Acta Mater. 2002. 50. P. 4823-4830.	Department of Materials Science and Engineering, North Carolina State University; Department of Chemical Engineering and Materials Science, University of California	The temperature, strain rate, grain size and grain size distribution effects on plastic deformation in ultra-fine-grained (UFG) and nanocrystalline Zn are systematically studied. The decrease of ductility with the decrease of average grain size could be an inherent effect in nanocrystalline materials, that is, not determined by processing artifacts. The superior ductility observed in UFG Zn may originate from both dislocation creep within large grains and grain boundary sliding of small nanograins. The stress exponent for dislocation creep is about 6.6. The activation energy for plastic deformation in UFG Zn is close to the activation energy for grain boundary self diffusion in pure Zn.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Орлов Г.А., Смелъчаков И.В.	Комплексная оценка технологичности холодной прокатки труб	Уральский федеральный университет	Предложен вариант количественной оценки технологичности холодной прокатки труб с заданным уровнем качества. Для оценки применены критерии точности, поврежденности труб, уровня возникающих при прокатке усилий, а также комплексный критерий. Приведен пример использования предложенных формул для выбора лучшей калибровки инструмента при прокатке по определенному маршруту. Предложенная методика может использоваться для оценки нескольких вариантов технологических режимов прокатки труб заданного уровня качества.

2	Мухтаров Ш.Х., Ермаченко А.Г.	Влияние интенсивной пластической деформации на структуру и механические свойства никельжелезного сплава/ Известия высших учебных заведений. Черная металлургия Перспективные материалы номер: 12 год: 2011 страницы: 354-358 номер: 7 год: 2013 страницы: 69-70	Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уф	Приведены результаты исследования механических свойств никельжелезного сплава INCONEL® 718 в мелкозернистом (МЗ) и наноструктурном (НС) состояниях. Структурные состояния сформированы в объемных заготовках интенсивной пластической деформацией методом всесторонней изотермической ковки (ВИК) крупнозернистого (КЗ) сплава (d=15-20 мкм). Результаты испытаний показали, что временное сопротивление разрыву при комнатной температуре сплава со средним размером зерен фаз 80 нм в 1,5 раза выше в сравнение с крупнозернистым состоянием.
3	Чеховой А. Н.	Нанофазное упрочнение стали тугоплавкими карбонитридами в металлургии . Тяжелое машиностроение Номер: 2 Год: 2008 Страницы: 14-22	Инженерный центр РИА «Передовые Технологии»	Создание технологии производства мелкозернистой чистовой стали с самоорганизацией упрочняющих фаз – новый этап развития индустрии наносистем в металлургии, технологии производства стали высокого качества. Нанотехнологические приемы при производстве горячекатаного проката из углеродистой, низколегированной и марганцевой стали повышенной прочности и хладостойкости обеспечивают высокую экономическую эффективность, при внедрении не требуют капитальных затрат, не ухудшают условия труда и экологию окружающей среды.
4	Орлов Григорий Александрович	Разработка математических моделей и способов повышения	Уральский государственный технический университет	

		точности и деформируемости тонкостенных труб при холодной прокатке и волочении		
5	Валиев Р. З., Гундеров Д. В., Мурашкин М. Ю.,	Объемные наноструктурные металлы и сплавы с уникальными механическими свойствами для перспективных применений	Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета ГОУ ВПО	Опытно-промышленные изделия для медицины и микроустройств скоро могут появиться на рынке. В данной статье представлены новые концепции и принципы использования интенсивной пластической деформации (ИПД) для получения объемных НС металлов и промышленных сплавов с перспективными свойствами. Особое внимание уделяется анализу влияния микроструктурных характеристик на свойства, а также приведены первые примеры успешного применения НС материалов, полученных ИПД.
6	Батыгин Ю.В., Лавинский В.И.	Особенности магнитно-импульсной «раздачи» тонкостенных трубчатых заготовок. Электричество. 2005. № 11. С. 62-67	Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет	Приведен анализ электродинамических процессов при магнитно-импульсной «раздаче» тонкостенных металлических цилиндров на диэлектрическую или металлическую оправку. Особое внимание уделено случаю, когда глубина проникновения поля соизмерима или даже больше толщины металлической тонкостенной трубы.
7	Окунев Ю. К.	Возможности совершенствования технологии литья под давлением с целью получения плотных крупногабаритных тонкостенных отливок. Вопросы материаловедения.	Центральный НИИ конструкционных материалов	Показана принципиальная возможность осуществления технологических процессов получения тонкостенных отливок повышенного качества на машинах литья под давлением с использованием механизма запирающего для формирования отливки путем выжимания и для допрессовки на заключительной стадии затвердевания металла. По такой технологии могут быть изготовлены отливки с плотной структурой, значительно превышающие по габаритам допустимые для данного типоразмера машины. Прочность таких отливок не менее чем в 1,3 раза, а пластичность не менее чем в 2 раза превышает свойства отливок,

		2003. № 4. С. 20-33		изготовленных по обычной технологии литья под давлением.
8	Барвинок В.А., Самохвалов В.П., Кирилин А.Н., Олек	Разработка технологических процессов магнитно-импульсного деформирования с учетом заданных свойств материала деталей. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2000. Т. 2. № 1. С. 160-165	Самарский государственный аэрокосмический университет	Представлена методика выбора режимов технологических процессов магнитно-импульсной обработки деталей с учетом заданных свойств материала. Методика основана на проектировании технологических процессов с применением математической модели, описывающей напряженно-деформированное состояние материала детали.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
	Известия высших учебных заведений. Черная металлургия	<a href="http://fermet.misis.ru/">http://fermet.misis.ru/</a>	«Известия ВУЗов. Черная Металлургия» является научно-техническим и производственным журналом. Издается с января 1958 года. Учредителями журнала являются Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» и Сибирский государственный индустриальный институт. Издатель: Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». В журнале публикуются в основном результаты оригинальных фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований и аспирантских работ в сфере черной металлургии в Российской Федерации и за рубежом. В состав редакционной коллегии входят всемирно известные ученые из разных стран мира. Журнал «Известия вузов Черная металлургия» совместно с журналом «Сталь» переводится на английский язык издательством Springer (США) с выпуском журнала «Steel in Translation».

2	Тяжелое машиностроение	<a href="http://www.tiajmash.ru">http://www.tiajmash.ru</a>	На страницах журнала нашли отражение такие направления отрасли, как атомное машиностроение, металлургическое машиностроение, турбостроение, котлостроение, транспортное и подъемно-транспортное машиностроение.
3	Перспективные материалы	<a href="http://www.j-pm.ru">http://www.j-pm.ru</a>	<p>Тематика:</p> <p>Физико-химические основы создания материалов и технологий</p> <p>Материалы авиационной и космической техники</p> <p>Материалы электронной техники</p> <p>Материалы квантовой электроники и фотоники</p> <p>Материалы для энергетики и радиационностойкие материалы</p> <p>Материалы обеспечения жизнедеятельности человека и охрана окружающей среды</p> <p>Материалы общего назначения</p> <p>Новые технологии получения и обработки материалов</p> <p>Методы исследования свойств материалов</p> <p>Общие сведения</p> <p>Журнал рекомендован ВАК Министерства образования и науки РФ для публикации материалов по докторским и кандидатским диссертациям.</p> <p>Отдельные статьи Журнала переводятся на английский язык издательством Pleiades Publishing, Ltd., и публикуются в журнале Inorganic Materials: Applied Research (ISSN PRINT: 2075-1133, ISSN ONLINE: 2075-115X)</p> <p>Периодически издаются тематические приложения по актуальным проблемам материаловедения.</p> <p>Периодичность издания 12 раз в год.</p> <p>Рецензирование статей ведущими учеными России и других стран.</p> <p>Электронная версия журнала доступна на сайте: <a href="http://www.elibrary.ru">http:// www.elibrary.ru</a></p>
4	Вопросы материаловедения	<a href="http://www.crism-prometey.ru/Rus/editi ons">http://www.crism-prometey.ru/Rus/editi ons</a>	<p>Научно-технический журнал. Тематика: – структура, фазовый состав и свойства конструкционных материалов;</p> <p>– пластическая деформация и механизмы разрушения конструкционных металлов и сплавов;</p> <p>– металловедение и термическая обработка конструкционных металлов и сплавов;</p> <p>– радиационное металловедение, металлургия и технология производства металлов и сплавов;</p> <p>– функциональные материалы;</p> <p>– высокоэнергетические технологии поверхностной обработки материалов;</p>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>– сварка и пайка, сварочные материалы и припои;</li> <li>– коррозия и защита металлов;</li> <li>– конструктивно-технологическая прочность и работоспособность материалов;</li> <li>– испытания, диагностика и контроль качества материалов;</li> <li>– материаловедческие проблемы утилизации машин, механизмов, оборудования и конструкций после снятия их с эксплуатации.</li> </ul>
5	Международная научно-техническая конференция «Современные металлические материалы и технологии»	Санкт-Петербургский государственный политехнический университет	<p>Современные достижения науки и техники в области металлургических процессов, металлических, порошковых и композитных материалов.</p> <p>Тематика включает:</p> <p>теорию и моделирование металлургических процессов; технологии обработки и получения порошковых, композиционных материалов и покрытий; жидкофазные металлургические технологии; технологические процессы пластической обработки металлических материалов; нанотехнологии в металлургии; физико-технологические проблемы интенсивной пластической деформации; материаловедение и термомеханическую обработку металлов, а также современные методы диагностики, оценки и прогнозирования свойств материалов и изделий и экологические проблемы и ресурсосбережение при производстве современных материалов.</p>

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Evan Ma	Department of Materials Science and Engineering, Johns Hopkins University	Mechanical behavior (properties, deformation mechanisms, and structural applications) of nanocrystalline, ultrafine-grained metals and bulk metallic glasses; Thermodynamics and kinetics of phase transformations; In situ TEM/SEM testing of small-volume materials; Synthesis and consolidation of nanocrystalline metals; Thin film reactions, Surface modification; Materials for microelectromechanical systems (MEMS); Mechanical alloying; Ion-solid interactions.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№	ФИО	Организация	Сфера компетенции
---	-----	-------------	-------------------

п/п			
1	Колпишон Эдуард Юльевич	ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»	Ведущий специалист в области технологии производства стали для энергомашиностроения. Научные интересы связаны с выплавкой, внепечной обработкой, разливкой, горячим деформированием, термообработкой и исследованием качества крупных слитков роторной и азотосодержащей стали и заготовок для корпусов энергоблоков АЭС. Принимал участие в: создании термоядерного реактора ИТЕР создании серийного производства турбин для АЭС создании сварных и цельнокованых роторов, турбогенераторов для ОАО «Силловые машины»
2	Каменецкий Борис Исаакович	Институт физики металлов УрО РАН	Гидроэкструзия точных профилей из сплавов цветных металлов и конструкционных сталей
3	Глезер Александр Маркович	Институт металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова	Фундаментальные исследования фазовых и структурных превращений в микросталлических, нанокристаллических и аморфных материалах, полученных закалкой из расплава и интенсивной пластической деформацией. Изучение взаимосвязи процессов пластической деформации и фазовых превращений в сталях и сплавах. Создание теоретических моделей прочности и пластичности кристаллических и аморфных твердых тел

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	нанофазное упрочнение стали		Нанотехнологические приемы при производстве горячекатаного проката из углеродистой, низколегированной и марганцевой стали повышенной прочности и хладостойкости, обеспечивающие высокую экономическую эффективность
2	cold hardening	холодное упрочнение	Совокупность явлений, связанных с изменением механических, физических и других свойств металлов в процессе пластической деформации. С ростом степени холодной пластической деформации усиливаются прочностные свойства металла (увеличиваются пределы прочности и текучести, твердость), а пластические свойства ослабевают (уменьшаются относительное удлинение и сужение, ударная вязкость).

3	гидростатическое прессование		Технология, при которой давление на заготовку передаётся через жидкость. При этом способе силовое поле создается жидкостью высокого давления, подаваемой в контейнер от внешнего источника, или давлением на жидкость уплотненного пресс-штемпеля. Наиболее перспективны направления применения гидропрессования в черной металлургии для обработки высокопрочных труднодеформируемых сплавов.
---	------------------------------	--	--

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Технология изготовления заготовок бандажей	НПО «ЦНИИТМАШ», завод	технология изготовления заготовок силовых бандажей установки ТСП /»Токамак» с сильным полем/ из высокопрочной немагнитной стали, получаемой методом ЭШП (электрошлаковый переплав) с парной комплектацией расходных электродов

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Deutsche Edelstahlwerke (DEW)	Auestrasse 4, 58452 Witten, Germany (Германия)	Металлургический концерн
	Kawasasi Steel Corp.	Hibiya Kokusai Building 2-3, Uchisaiwaicho 2-chome Chiyoda-ku, Tokyo, 100, Japan (Япония)	Металлургический концерн

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
-------	-----------------------------	-------------	----------------------

1	ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»	Россия, 115088, Москва, ул. Шарикоподшипниковская, дом 4. (7723564851)	<p>Проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по созданию прогрессивных, экологически чистых и ресурсосберегающих технологий и оборудования применительно к новым высокоэффективным атомным энергетическим установкам, тепловым энергоблокам сверхкритических параметров, установкам с парогазовым циклом, металлургическим агрегатам нового поколения.</p> <p>Комплексное решение проблем создания новых материалов и прогрессивных технологических процессов при изготовлении оборудования нового поколения для энергетики, металлургического, химического и нефтехимического производства, транспорта, газовой и горно-добывающей промышленности.</p>
2	Центральный НИИ конструкционных материалов	Россия, 191015, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 49 (7815021340)	<p>Проектные разработки и инжиниринг по безопасности и надежности производственных установок, по предупреждению и контролю коррозии производственных сооружений и оборудования, по термической обработке, по технологиям механического производства, плазменным технологиям. Научные фундаментальные и прикладные исследования по металлургии, машиностроению, теории материалов. Научные промышленные исследования по экспертной оценке новых технологий и продукции. Услуги по мониторингу и анализу состояния конструкций. Услуги официальных испытательных лабораторий. Услуги по испытаниям и экспертизе неразрушающими методами с использованием компьютерного оборудования. Услуги консультантов</p>
3	Государственный научный центр РФ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина»	105005, Россия, Москва, ул. 2-я Бауманская, 9/23 (7701027596)	<p>Проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научно-исследовательских и технологических работ в области металлургических технологий и создания новых металлических материалов, в частности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– бескоксовая металлургия,</li> <li>– технология сталеплавильного производства (включая выплавку с</li> </ul>

			<p>внепечной обработкой и непрерывную разливку),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технология и агрегаты производства ферросплавов и специальных сплавов,</li> <li>– производство проката, в том числе с покрытиями,</li> <li>– создание новых металлических материалов с заданным комплексом свойств, в том числе аморфных и нанокристаллических,</li> <li>– производство порошковых металлических прецизионных материалов и изделий из них, включая оборудование для их производства,</li> <li>– физическое металловедение,</li> <li>– физикохимия металлургических процессов, создание теории фазовых превращений, прочности и пластичности металлических материалов,</li> <li>– физика магнитных явлений,</li> <li>– ресурсосбережение металлургического производства,</li> <li>– экология металлургического производства, переработка техногенных отходов и некондиционного сырья и другое.</li> </ul> <p>Стандартизация и сертификация сырья, металлопродукции и некоторых товаров народного потребления и систем обеспечения качества.</p>
4	Уральский Институт металлов	Россия, 620219, Екатеринбург, ГСП-174, ул. Гагарина, 14 (6660002502)	<p>Один из ведущих институтов страны в области черной и цветной металлургии. Имеет многолетние творческие связи с металлургическими предприятиями страны, среди которых известные всем ОАО «ЕВРАЗ НТМК», ОАО «ММК», ОАО «НЛМК», ОАО «Северсталь», ОАО «Евраз объединенный Западно-Сибирский комбинат» и другие предприятия.</p>
5	Санкт-Петербургский государственный политехнический университет (Институт металлургии, машиностроения и	195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29 (7804040077)	<p>Исследования физико-механических свойств материалов и моделирование процессов их пластического деформирования. Исследования в области обработки металлов давлением, наноматериалов и нанотехнологий.</p>

	транспорта, Отделение Технологий Материалов)		
--	--	--	--

## **5 6. Водородаккумулирующие материалы на основе гидридных соединений для автономных источников энергии, включая водородные топливные картриджи и топливные элементы**

Эксперт: Симагина Валентина Ильинична

Ученая степень: Доктор химических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа имени Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук

Должность: Заведующая лабораторией

Участие в научных, профессиональных сообществах: Научный секретарь Совета по катализу РАН

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Без разработки водородаккумулирующих материалов невозможно дальнейшее развитие работ по созданию компактных автономных источников тока на основе топливных элементов, принцип работы которых заключается в прямом электрохимическом окислении водорода, полученном при взаимодействии гидридных соединений с водой. Выбор гидридов в качестве источника водорода обусловлен высоким содержанием водорода в этих соединениях, а также возможно-

стью организации процесса газогенерации при температуре окружающей среды без дополнительного подвода энергии. На сегодняшний день предложено несколько вариантов водородгенерирующих систем, среди которых боргидридные генераторы имеют наиболее высокую энергоемкость из-за большой энергетической плотности самого боргидрида натрия (4 Вт-ч/г или 10,5 %(мас.) H<sub>2</sub>).

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Umit B. Demirci, Philippe Miele	Sodium tetrahydroborate as energy/hydrogen carrier, its history	Université de Lyon, 69003 Lyon, France	NaBH <sub>4</sub> является перспективным источником водорода. Историю исследования NaBH <sub>4</sub> можно разделить на три периода. В течение первого исследования были связаны с использованием NaBH <sub>4</sub> в военных целях. На втором этапе исследовалась восстанавливающая способность этого гидрида в органической химии. Современный период исследований обусловлен интересом к NaBH <sub>4</sub> как энергоносителю за счет высокого содержания водорода.
2	U.B. Demirci, O. Akdim, P. Miele	Ten-year efforts and a no-go recommendation for sodium borohydride for on-board automotive hydrogen storage	Université de Lyon, 69003 Lyon, France	Боргидрид натрия (NaBH <sub>4</sub> ) был представлен в качестве перспективного материала для хранения водорода с идеальным гравиметрической емкости для хранения водорода 10,8% масс. На основе проведенного анализа был сделан вывод, что наиболее перспективной областью применения этого гидрида является портативная техника – источники энергии для переносных электронных устройств.
3	V.C.Y Kong, F.R Foulkes, D.W Kirk, J.T Hinatsu	Development of hydrogen storage for fuel cell generators. i: Hydrogen generation using hydrolysis hydrides	Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry, University of Toronto	Исследовали различные системы хранения водорода для щелочных топливных элементах, использующих разлагаемых гидриды. Эти гидриды генерировать водород по реакции гидролиза: $MxH_x + xH_2O \rightarrow M(OH)_x + xH_2$ , где М представляет собой металл с валентностью х. Было обнаружено, что контролируемый гидролиз протекает при взаимодействии гидридов с паром. При этом конверсия составляет выше 90%. Для дальнейших исследований были рекомендованы гидрид кальция и лития, характеризующиеся высоким содержанием водорода.
4	Demirci U. B.,	Sodium Borohydride	Université de Lyon,	Сегодня не вызывает сомнения то, что NaBH <sub>4</sub> является

	Akdim O., Andrieux J., Hannauer J.,	Hydrolysis as Hydrogen Generator: Issues, State of the Art and Applicability Upstream from a Fuel Cell	69003 Lyon, France	потенциальным кандидатом для хранения водорода и его генерации путем гидролиза. При этом его основная ниша использования – это мобильные и портативные приложения. Однако, остаются две проблемы. Первая организация контролируемой подачи воды. Вторая, разработка активных катализаторов гидролиза. Обеим проблемам в литературе уделяется много внимания. В данном обзоре обсуждаются основные подходы повышения эффективности каталитического гидролиза.
--	-------------------------------------	--	--------------------	--

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Симагина В.И., Нецкина О.В., Комова О.В.	Гидридные материалы – компактная форма хранения водорода для портативных топливных элементов	Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН	Разработка автономных и экологически безопасных энергоустановок на основе топливных элементов невозможна без создания компактных источников водорода. В работе проведено сравнение различных способов хранения и получения водорода для питания низкотемпературных твердополимерных топливных элементов с протонообменной мембраной. Показана перспективность бинарных и комплексных гидридов в качестве компактных источников водорода, которые не имеют конкурентов по его массовому содержанию. Определены основные направления исследований, проводимых с целью разработки компактных генераторов водорода на основе гидридных соединений. Согласно проанализированным данным, за последние 20 лет накоплен значительный объем знаний по водородгенерирующим системам на основе гидридов, а также опыт работы с этими соединениями. Несомненно, полученные

результаты станут основой для создания генераторов водорода, которые уже сейчас востребованы на рынке автономного и переносного оборудования.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	International Journal of Hydrogen Energy	<a href="http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-hydrogen-energy">http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-hydrogen-energy</a>	Этот журнал является платформой для обмена и распространения новых идей, технологических разработок и результатов исследований в области водородной энергетики между учеными и инженерами во всем мире. Основной упор сделан на оригинальные исследования, как аналитических, так и экспериментальных, охватывающих все аспекты водородной энергетики, в том числе производства, хранение, передачи, использования, внедрения технологий, анализ воздействия на окружающую среду, экономические и международные аспекты использования водорода и его источников.
	Journal of Power Sources	<a href="http://www.journals.elsevier.com/journal-of-power-sources">http://www.journals.elsevier.com/journal-of-power-sources</a>	Этот журнал для исследователей и технологов, заинтересованных во всех аспектах науки, техники и применения источников электрической энергии. Журнал публикует оригинальные исследования и обзоры о применении первичных и вторичных источников энергии, топливных элементов, суперконденсаторов, фото- и электрохимических ячеек. Рассматриваются вопросы исследования, разработки и применения наноматериалов для этих устройств.
	Fuel Cells	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1615-6854;jsessionid=AED701CE9EA15EC5A60B20BE8372A14D.f04t03?systemMessage=Wiley+Online+Library+will+be+disrupted+Saturday%2C+15+March+from+10%3">http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1615-6854;jsessionid=AED701CE9EA15EC5A60B20BE8372A14D.f04t03?systemMessage=Wiley+Online+Library+will+be+disrupted+Saturday%2C+15+March+from+10%3</a>	Этот журнал публикует материал о топливных элементах, начиная от молекулярной основы их создания до использования в системах, таких как электростанции, дорожные транспортные средства и источники энергии для портативных электронных устройств.

		A00- 12%3A00+GMT+%2 806%3A00- 08%3A00+EDT%29 +for+essential+ma	
--	--	--	--

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Umit B. Demirci	Université de Lyon, 69003 Lyon, France	Химия бора, хранение водорода в химически связанной форме, катализ, мембранные электроды для низкотемпературного топливного элемента.
	A.M.F.R. Pinto	Universidade do Porto	Гидридные генераторы водорода, катализ, моделирование каталитических реакторов.
	Yoshitsugu Kojima	Toyota Central Research & Development Laboratories Inc.	Катализаторы, химия борсодержащих гидридов, кинетика гидролиза гидридов, каталитические реактора

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Симагина Валентина Ильинична	Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН	Химия бора, хранение водорода в химически связанной форме, катализ

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Химический гидрид	Chemical hydride	Соединение водорода с металлами
2	Гидролиз гидрида	Hydride hydrolysis	Взаимодействие гидридов с водой
3	Материалы для хранения водорода	Hydrogen storage materials	Водородаккумулирующие материалы используемые для хранения водорода в химически связанном виде

4	Генератор водорода	Hydrogen generator	Устройство для получения водорода
---	--------------------	--------------------	-----------------------------------

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Малогабаритная энергоустановка Protonex P2 мощностью 30 Вт	Millennium Cell	В 2007 году малогабаритные энергоустановки, включающих топливный элемент – ProPac C и боргидридный картридж, испытывают в полевых условиях. Удачное сочетание большой энергоемкости боргидрида натрия с высокой удельной мощностью топливного элемента, которая легко изменяется в зависимости от меняющейся потребности, позволило заменить 13 батарей BA-5590, широко используемых в армии США, на портативную энергоустановку с двумя дополнительными боргидридными картриджами. Тем не менее, разработанные системы имели ряд недостатков: низкая активность и быстрая дезактивация катализаторов, высокое газо- и гидродинамическое сопротивление каталитического слоя. Однако главным вопросом остается низкое содержание водорода в исходном растворе боргидрида натрия.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Protonex	153 Northboro Road, Southborough, MA 01772-1034 (США)	Разработка источников электрической энергии на основе топливных элементов

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№	Организация	Адрес	Профиль деятельности
---	-------------	-------	----------------------

п/п	(подразделение)	(ИНН)	
1	Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН	630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 5 (5408100177)	<p>Область работ Института простирается от решения задач фундаментального характера в области катализа до создания новых катализаторов, каталитических технологий и опытно-промышленного производства катализаторов.</p> <p>Основной целью Института является выполнение фундаментальных научных исследований и прикладных разработок по следующим основным направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Научные основы катализа и создание высокоэффективных, селективных катализаторов и каталитических систем;</li> <li>• Создание единой теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа; предвидение каталитического действия;</li> <li>• Разработка теории и научных основ приготовления катализаторов;</li> <li>• Исследования в области кинетики каталитических процессов;</li> <li>• Разработка теоретических основ химической технологии;</li> <li>• Разработка катализаторов и каталитических процессов для новых областей применения.</li> </ul>
2	ОАО Новосибирский завод химконцентратов	630110, г. Новосибирск, ул. Богдана Хмельницкого, 94 (5410114184)	Новосибирский завод химконцентратов – один из ведущих мировых производителей ядерного топлива для АЭС и исследовательских реакторов России и зарубежных стран. Единственный российский производитель металлического лития и его солей. Входит в структуру Топливной компании «ТВЭЛ» Госкорпорации «Росатом».

## **5.7. Стекловолокнистые катализаторы для дожига органических соединений в промышленных технологиях**

Эксперт: Паукштис Евгений Александрович

Ученая степень: Доктор химических наук

Ученое звание: Старший научный сотрудник

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа имени Г.К. Борескова  
Сибирского отделения Российской академии наук

Должность: Зав.лабораторией

Участие в научных, профессиональных сообществах: Менделеевское общество

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Разработан новый класс гетерогенных катализаторов имеющих возможность применения в решении экологических проблем окружающей среды. Катализаторы не имеют аналогов в мировой практике.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Bair S. Bal'zhinimaev, Evgenii A. Paukshtis, Olga	Glass fiber materials as a new generation of structured catalysts,	Институт катализа им. Борескова	Molecular structure of Zr-silicate glass fiber materials was studied to evaluate their potentiality in catalysis. Basing on NMR and IRS data the framework structure where Zr(IV) cations serve as a connectors linked with a few SiO <sub>4</sub> tetrahedra was proposed. The effective ways of transition ions (Pt, Pd, Co) incorporation into the glassmatrix and their stabilization in highly dispersed state (clusters) were found. The obtained glass fiber based catalysts showed high activity and selectivity in oxidation of hydrocarbons and selective hydrogenation of acetylene-ethylene feedstock. The example of successful design of structured bed and commercialization of VOC removal process is presented
2	Paukshtis EA1, Simonova LG, Zagoruiko AN, Balzhini	Oxidative destruction of chlorinated hydrocarbons on Pt-containing fiber-glass catalysts	Институт катализа им. Борескова	Molecular structure of Zr-silicate glass fiber materials was studied to evaluate their potentiality in catalysis. Basing on NMR and IRS data the framework structure where Zr(IV) cations serve as a connectors linked with a few SiO <sub>4</sub> tetrahedra was proposed. The effective ways of transition ions (Pt, Pd, Co) incorporation into the glassmatrix and their stabilization in highly dispersed state (clusters) were found. The obtained glass fiber based catalysts showed high activity and selectivity in oxidation of hydrocarbons and selective hydrogenation of acetylene-ethylene feedstock. The example of successful design of structured bed and commercialization of VOC removal process is presented Novel catalysts comprising noble metals (Pt), supported on fiber-glass woven materials demonstrated efficient oxidation of different chlorinated hydrocarbons (chlorobenzene, dichloroethane, dichloropropane, butyl chloride) and industrial mixed chlorinated organic

				<p>wastes into hcl, CO2 and H2O at moderate temperatures without formation of highly toxic by-products (dioxins, phosgene, polychlorinated hydrocarbons, elemental chlorine). The highest oxidation activity and selectivity was observed for the platinum catalysts produced from fiber-glass supports with increased acidity and with additional introduction of promoting elements (such as Co, Mn and Cu). Long-term tests (more than 100 h) have shown no deactivation of the said catalysts. In combination with competitive catalyst price (due to the extra-low content of Pt--below 0.05% mass) it opens the way for development of highly efficient and feasible technology for utilization and detoxication of various chloro-organic Novel catalysts comprising noble metals (Pt), supported on fiber-glass woven materials demonstrated efficient oxidation of different chlorinated hydrocarbons (chlorobenzene, dichloroethane, dichloropropane, butyl chloride) and industrial mixed chlorinated organic wastes into hcl, CO2 and H2O at moderate temperatures without formation of highly toxic by-products (dioxins, phosgene, polychlorinated hydrocarbons, elemental chlorine). The highest oxidation activity and selectivity was observed for the platinum catalysts produced from fiber-glass supports with increased acidity and with additional introduction of promoting elements (such as Co, Mn and Cu). Long-term tests (more than 100 h) have shown no deactivation of the said catalysts. In combination with competitive catalyst price (due to the extra-low content of Pt--below 0.05% mass) it opens the way for development of highly efficient and feasible technology for utilization and detoxication of various chloro-organic wastes</p>
--	--	--	--	---

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
-------	-------	---	---	---

			исследований)	
1				

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Журналы: Кинетика и катализ, Applied Catalysis A: General, Chemosphere, Catalysis Today		Периодические журналы, посвященные исследованиям гетерогенных катализаторов для различных технологий химической промышленности.

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	N.D. Hutson	EPA(USA)	Правительственное агенство охраны окружающей среды, США.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Бальжинимаев Б.С., Загоруйко А.Н., Паукштис Е.А.	Институт катализа им. Борескова	Промышленный гетерогенный катализ

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Стекловолокнистый катализатор	Fiber glass catalyst	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1			

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1			

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Институт катализа им.Боресков	Новосибирск	Промышленный гетерогенный катализ

## 5.8 Высокотемпературные сверхпроводящие материалы (ВТСП для электротехнической промышленности)

Эксперт: Смоленцев Николай Иванович

Ученая степень: Кандидат технических наук

Ученое звание: нет

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)

Должность: Доцент

Участие в научных, профессиональных сообществах: нет

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Производство ВТСП материалов , обладающих высокими конструкционными свойствами для создания электрических машин нового поколения, линий электропередач, высокочувствительных квантовых датчиков различного назначения для систем управления и телекоммуникации

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Li X., Rupich M., Sathyamurthy S., Li Q., Solovyov	New Pinning Strategies for Second-Generation Wires	American Supercon- ductor Corporation AMSC – Devens Massachusetts USA;	Новая технология производства проводов 2 поколения
2	Rupich M.W., Thieme C.L., Li X., Fleshler S., Sat	Second Generation Wire Development at AMSC	American Supercon- ductor Corporation AMSC – Devens Massachusetts USA;	Разработка провода на AMSC
3	Li F., Voccio J., Jalali J., Kovach M., Sammartin	High-Temperature Su- perconducting Coil for Magnetically-Guided Feeding Tube Applica- tion	American Supercon- ductor Corporation AMSC – Devens Massachusetts USA;	Сверхпроводящая катушка для медицинского применения
4	Ma B., Koritala R.E., Fisher B.L., Dorris S.E., Mi	Growth and Properties of YBCO-Coated Conduc- tors Fabricated by In- clined-Substrate Deposi- tion	Argonne National Lab Chemical Tech- nology Division – Argonne Illinois USA;	Совершенствование керамических сверхпроводников

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
-------	-------	---	---	---

1	Романов Е.Н., Сударева С.В. и др.	Низкотемпературные и высокотемпературные сверхпроводники и композиты на их основе	Институт физики металлов УрО РАН	В монографии обобщен многолетний опыт работы со сверхпроводящими сплавами, композитными материалами
2	Паринов И.А.	Сверхпроводники и сверхпроводимость	Южный федеральный университет	Объемный словарь- справочник по сверхпроводникам и сверхпроводимости
3	Щербаков В.И. (sherby@issph.kiae.ru), Диев Д.Н., Д	Макетный образец сверхпроводникового ограничителя токов короткого замыкания (СОТ) резистивного типа на базе высокотемпературных сверхпроводников второго поколения	Российский научный центр Курчатовский институт РНЦ Институт сверхпроводимости и физики твердого тела ИСФТТ	испытан макет ограничителя тока на сверхпроводящих материалах

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Сверхпроводники для электроэнергетики	<a href="http://perst.issph.kiae.ru/supercond/index.php">http://perst.issph.kiae.ru/supercond/index.php</a>	Информационный портал по достижениям в области сверхпроводимости
2	сайт нанотехнологий и сверхпроводимости	<a href="http://www.nanonewsnet.ru/">http://www.nanonewsnet.ru/</a>	Информация по исследованиям в области нанотехнологий и сверхпроводимости
3	Европейский сайт по приложениям сверхпроводимости	<a href="http://www.ewh.ieee.org/tc/csc/europe/europguide/index.html">http://www.ewh.ieee.org/tc/csc/europe/europguide/index.html</a>	описываются европейские проекты по сверхпроводимости и их состояние

4	Японский сайт по проблемам и приложениям сверхпроводимости	<a href="http://www.istec.or.jp/web21/web21-E.html">http://www.istec.or.jp/web21/web21-E.html</a>	информация о проектах по сверхпроводимости в Японии
5	Сайт США о проблемах сверхпроводимости	<a href="http://www.superconductorweek.com/">http://www.superconductorweek.com/</a>	Достижения и проекты в области сверхпроводимости

4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Венкат Селваманикам	SuperPower	технология сверхпроводящих кабелей
2	Ксуминг Ксионг	SuperPower	технология сверхпроводящих кабелей
3	Паранс Парантаман	SuperPower	технология сверхпроводящих кабелей

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Ермаков А.Е.	ИФМ УрО РАН	Физические свойства наноматериалов и сверхпроводников
2	Сударева С.В..	ИФМ УрО РАН	Исследование сверхпроводников
3	Смоленцев Н.И.	ЮУрГУ	Накопители энергии

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	проводник из нескольких ВТСП лент 2-го поколения,	CORCC – Conductor on Round Core Cables	Сверхпроводящая пленка 2 поколения
2	пленочный проводник – тончайший	Coated conductors	Одна из перспективных технологий сверхпроводящего провода 2 поколения
3	Chemical vapor deposition –	CVD process	технология получения сверхпроводящего провода

	химическое осаждение		
--	----------------------	--	--

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	ВТСП провода 2-го поколения типа Conductus шириной 10 мм и 4 мм	Superconductor Technologies Inc. (STI) США	начато опытное производство с годовым объемом производства 750 км проводника .
2	ВТСП провода 2-го поколения типа Conductus шириной 10 мм и 4 мм	Furukawa Electric, Япония	Начато опытное производство

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Furukawa Electric	Токио (Япония)	сверхпроводящие материалы
2	Superconductor Technologies Inc.	Санта Барбара. Калифорния (США)	Сверхпроводящие материалы
3	АМСТ	Массачусетс (США)	Сверхпроводящие кабельные системы

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	СуперОкс	117246 Москва, Научный проезд, д. 20, Технопарк «Слава» (0)	Пленочные сверхпроводники
2	ИФ М УрО РАН	620990, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18 (0)	исследование ВТСП

### **5.9 Новые типы постоянных магнитов, не содержащих критических элементов**

Эксперт: Таскаев Сергей Валерьевич

Ученая степень: Доктор физико-математических наук

Ученое звание:

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Челябинский государственный университет»

Должность: Декан физического факультета

Участие в научных, профессиональных сообществах Российское Магнитное общество, Международная рабочая группа по магнитному охлаждению (PIF-IIR, France)

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития.**

Создания новых сплавов не содержащих критических элементов (редкоземельных, дорогостоящих или локализованных в ограниченном количестве месторождений) для создания постоянных магнитов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	O. Gutfleisch, M. A. Willard, E. Bruck, C. H	Magnetic materials and devices for the 21st century: Stronger, lighter, and more energy efficient	Advanced Materials 23 (2011) 821–842.	Magnetic materials and devices for the 21st century: Stronger, lighter, and more energy efficient
2	S.V. Taskaev, M.D. Kuz'min, K.P. Skokov, D.Yu. Kar	Giant induced anisotropy ruins the magnetocaloric effect in gadolinium	J. Magn. Magn. Mat. 331 (2013) 33-36	Giant induced anisotropy ruins the magnetocaloric effect in gadolinium
3	J. M. D. Coey	Permanent magnets: plugging the gap	Scripta Materialia 67 524 (2012)	Permanent magnets
4	R Skomski	Rare-earth Iron Permanent Magnets	Clarendon Press, Oxford, 1996	Permanent magnets

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии.

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1				

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций).

№	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
---	----------	--------------	------------------

п/п			
1	Materials research society	<a href="http://www.mrs.org/">http://www.mrs.org/</a>	Сайт общества материаловедов (США)
2	IEEE	<a href="http://www.ieee.org/">http://www.ieee.org/</a>	Сайт общества инженеров (США)
3	Annual Magnetism and Magnetic Materials (MMM) Conference	<a href="http://www.magnetism.org/">http://www.magnetism.org/</a>	Сайт ежегодной конференции по магнетизму
4	Nature Materials	<a href="http://www.nature.com/nmat/index.html">http://www.nature.com/nmat/index.html</a>	Ведущий физический журнал
5	Physical Review B	<a href="https://journals.aps.org/prb/">https://journals.aps.org/prb/</a>	Ведущий физический журнал
6	Journal of Applied Physics	<a href="http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jap">http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jap</a>	Ведущий журнал по прикладной физике
7	Journal of Magnetism and Magnetic Materials	<a href="http://www.journals.elsevier.com/journal-of-magnetism-and-magnetic-materials/">http://www.journals.elsevier.com/journal-of-magnetism-and-magnetic-materials/</a>	Ведущий журнал по физике магнитных материалов

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Oliver Gutfleisch	YU Darmshtadt, Germany	Редкоземельные и безредкоземельные постоянные магниты
2	Ralph Skomsky	Nebraska-Lincoln University, USA	Теоретическое моделирование новых магнитных материалов
3	J M D Coey	Trinity College, Dublin, Ireland	Редкоземельные и безредкоземельные постоянные магниты
4	Satoshi Hirosawa	National Institute for Materials Science	Synthesis of model specimens of new magnets
5	Kazuhiro Hono	National Institute for Materials Science	Growth and characterization of magnetic materials. New materials characterization.
6	Tadakatsu Ohkubo	National Institute for Materials Science	Multiscale modelling of permanent magnets and spintronics devices. Theoretical design of high-coercitivity magnetic structures
7	Yukiko Takahashi	National Institute for Materials Science	Synthesis and fabrication of new magnets. Microstructural

			characterization of magnetic thin films
8	Ying Chen	Tohoku University	Electronic structure theory (DFT), thermodynamics of materials via data mining techniques
9	Tetsuya Nakamura	Japan Synchrotron Radiation Research Institute	Magnetic materials characterization through synchrotron radiation (XMCD, XAS, etc.)
10	Yoshihiro Gohda	University of Tokyo	Design of nanomaterials by electronic structure theory. First principles calculations for materials surfaces and interfaces.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии.

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Пастушенков Г.Г.	Тверской государственный университет	Редкоземельные и безредкоземельные постоянные магниты
2	Гундеров Д.В.	Уфимский государственный авиационно-технический университет	Редкоземельные магниты и модификация магнитных свойств пластической деформацией
3	Скоков К.П.	Тверской государственный университет	Редкоземельные и безредкоземельные постоянные магниты
4	Никитин С.А.	Московский государственный университет	Магнитные материалы
5	Тишин А.М.	Компания АМТ&С (г.Троицк, Россия)	Магнитные материалы

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	magnetic anisotropy	магнитная анизотропия	

2	critical elements	критические элементы	
3	permanent magnets	постоянные магниты	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров).

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1			

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	National Institute for Materials Science	(Япония)	Научные исследования
2	TU Darmshtadt	(Германия)	Научные исследования
3	Cooltech	(Франция)	Научные исследования
4	Ames Lab	(США)	Научные исследования

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий.

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	Институт физики металлов	г.Екатеринбург (0)	Научные исследования
2	Тверской государственный университет	г.Тверь (0)	Образование и научные исследования
3	Челябинский государственный университет	г.Челябинск (0)	Образование и научные исследования
4	Московский институт	г.Москва (0)	Образование и научные исследования

	металлов и сплавов (НИТУ)		
5	Московский государственный университет	г.Москва (0)	Образование и научные исследования
6	Институт проблем сверхпластичности металлов	г.Уфа (0)	Научные исследования

### **Предложения по структуризации проблематики новых производственных технологий**

В первый раздел предлагается добавить разработку компьютерных технологий управления процессами проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем.

Предлагается раздел 1 сформулировать как «Системы объективного контроля производственных процессов».

Добавить «Технологии обеспечения безопасности».

Предлагается дополнить существующую группировку производственных технологий группой «Манипуляционные и мобильные робототехнические системы двойного назначения».

### **Предложения по формированию программы государственной поддержки развития нового поколения производственных технологий**

Предлагается следующая формулировка государственной программы развития: «Разработка и внедрение в практику новых образовательных технологий, направленных на развитие и создание техники новых поколений». Аналогов направления развития в зарубежных источниках информации не обнаружено.

Подготовка программы НИР и НИОКР по созданию технологии производства изделий для атомной энергетики с субмикроскопической и нано кристаллической структурой. Выполнение такой программы приведет к повышению прочности материалов для ядерной энергетики и росту показателей надежности работы атомных реакторов.

Государственная поддержка требуется для финансирования наиболее рискованного этапа создания технологии производства водородаккумулирующих материалов – прикладных научных исследований, характеризующихся высокой

наукоемкостью. Из-за неопределенности доходов от инвестиций необходима финансовая поддержка государства на стадии внедрения разработки, которая требует проведение масштабирования и тиражирования технологии, подбора специального оборудования или его изготовление для выполнения отдельных операций, подготовку/переподготовку высококвалифицированных кадров на высокотехнологическое производство.

Интеллектуальные системы в области робототехники- манипуляционные и мобильные системы двойного назначения

Включить в программу государственной поддержки:

- развитие технологий сверхпроводящих материалов и создание на их основе приборов и устройств нового типа для электротехники и энергетики;
- исследование и разработка принципов построения, конструкции и предложений по размещению в Единой Российской Энергетической системе с целью повышения надежности и качества электроснабжения электромашинно-полупроводниковых маховичных накопителей энергии.

Технология производства постоянных магнитов не содержащих критических элементов может быть разработана на основе существующих фундаментальных работ в области физики конденсированного состояния, физики магнитных явлений, физики металлов и сплавов. В первом приближении не требуется создания принципиально нового технологического передела. Целесообразно формирование целевой государственной программы по созданию такой производственной технологии с привлечением вузовских (РАНовских) центров компетенции.

Разработка централизованной системы объективного контроля показателей качества электрической энергии в Единой национальной электроэнергетической системе.

Согласование работы научных заведений с планируемыми предприятиями-производителями уже на стадиях разработки макетных образцов и далее вплоть до запуска в серийное производство.

Сами по себе новые технологии не могут существовать без их носителей, поэтому государственная поддержка, прежде всего, требуется вузам, готовящим специалистов, в частности, для электроэнергетики. Думая о завтрашнем дне следует в профильных вузах уже сегодня открыть в рамках направления 140400 – Электроэнергетика и электротехника, профиль по «умным сетям» (Smart Grid), по которому на Западе уже достигнуты значительные успехи.

Исходя из традиционных задач вузовской науки, сегодня во многих случаях, по сути, лишь формально направленных на подготовку высокопрофессиональных инженерных кадров и на развитие научно-технического потенциала страны, реально должны быть разработаны и введены в действие программы развития новых образовательных технологий, направленных на:

1) предметно-ориентированную подготовку высокопрофессиональных инженеров-разработчиков новой техники, владеющих современными приемами и технологиями синтеза новых технических решений, удовлетворяющих требованиям конкурентоспособности;

2) финансовую поддержку поисковых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в тех направлениях, в которых работают подразделения вузов.

Эти два аспекта развития органически взаимосвязаны. Сегодня реально далеко не все вузы располагают необходимым кадровым и техническим потенциалом для решения таких задач. Необходимо выявлять такие подразделения в вузах и стимулировать их развитие.

Создание техники новых поколений органически и неразрывно связано с использованием для ее производства новых схемотехнических, конструкторских и технологических решений. Поэтому очевидно, что решение такого рода задач требует разработки новых технологий создания новой продукции.

Конкретный пример такого подразделения в НИУ «МЭИ», удовлетворяющего выше указанному направлению: – это кафедра «Электротехнические комплексы автономных объектов». В рамках концепции подготовки инженеров-разработчиков новой техники по направлению «Электронные энергетические системы» разработано, например, учебное пособие «Поисковое проектирование устройств силовой электроники».

## **МАТЕРИАЛЫ**

**аналитической группы по тематической области «Междисциплинарные исследования  
социально-экономической и гуманитарной направленности  
«Анализ уровня и тенденций развития новых производственных технологий  
с привлечением экспертов Федерального реестра»**

## Введение

Взаимодействие с экспертным сообществом по вопросу первичной структуризации проблематики в области новых образовательных технологий позволяет выделить следующие основные направления исследований в этой области:

- технологии и модели непрерывного образования (Life Long Education, Continuing Education);
- персонализация образования (Personalized Learning), технологии и модели персонализации образования, предъявляющие новые требования к роли преподавателя и обеспечению образовательного процесса (включая программное обеспечение);
- технологии и модели реализации компетентностного подхода в образовании (Competence-based Learning);
- технологии, модели и новые требования к обеспечению (включая программное обеспечение) современного инженерного образования (Engineering Education);
- образовательные технологии, основанные на достижениях бихевиоризма (Behavioral Science) и когнитивных наук (Cognitive Science) и стимулирующие включение обучающихся в различные виды деятельности;
- образовательная нейронаука (Educational Neuroscience, Neuroeducational Research), открывающая новые возможности в понимании механизмов мотивации и восприятия знаний обучающимися, раннем выявлении талантов и предрасположенностей, разработке новых подходов к преподаванию точных наук;
- новые информационные технологии в образовании (ICT-Enabled Education, Educational Software, Digital Tutors, E-learning) – технологии дистанционного образования; обучающее программное обеспечение, разработанное на принципах игрового софта; программы, самосовершенствующиеся по мере их использования обучающимися; информационные технологии, способствующие персонализации образования и пр.

## **1 Технологии и модели непрерывного образования (Life Long Education, Continuing Education)**

### **1.1 Образовательный ретренинг**

Эксперт: Яркова Татьяна Анатольевна

Ученая степень: доктор педагогических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тобольская государственная социально-педагогическая академия им. Д.И. Менделеева»

Должность: заведующая кафедрой педагогики и социального образования

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Технология «образовательный ретренинг» получает распространение в последнее время в большей степени в системе неформального образования. Работа со взрослыми в лекционно-семинарской форме устарела и в настоящее время осуществляется поиск иных способов организации обучения взрослых в стенах формального образования. Образовательный ретренинг, как технология легко организуемая и встраиваемая в образовательный процесс как формального, так и неформального образования взрослых, позволяет учитывать специфику обучающихся и их опыт профессиональной и социальной деятельности. Данная технология направлена на отработку коммуникативных навыков, коммуникативной компетенции на основе ранее изучаемого материала или частично знакомого, особенно в среде взрослых. Цель использования технологии – оказание помощи и сопровождение обучающихся в восстановлении в памяти ранее изученного

материала, его систематизации и дополнении частично новой информацией, которой обладают обучающиеся и модератор.

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций

### 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Горунова Л.Н., Цеплюк И.П.	Поддержка профессиональных инициатив педагога в процессе повышения квалификации. М.: АПКиППРО, 2006.	Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования	Рассматриваются основные понятия и термины, относящиеся к технологии образовательного ретренинга. Анализируется опыт применения технологии в подготовке и переподготовке педагогических кадров.
2	Суртаева Н.Н.	Технология: образовательный ретренинг. СПб.-Тюмень: ТОГИРРО, 2009.	Тюменский областной государственный институт развития регионального образования	Рассматриваются особенности и опыт применения технологии образовательного ретренинга при подготовке и переподготовке педагогических кадров.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Суртаева Н.Н.	ФГНУ «Институт педагогического образования и образования взрослых РАО»	Инновационные процессы в образовании, педагогические технологии, формальное и неформальное образование взрослых

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Образовательный ретренинг		Технология, направленная на оказание помощи (взрослым, школьникам или другим группам обучающихся) в получении дополнительной информации по известной проблеме
2	Continuing Education	Непрерывное образование	
3	Life Long Education	Образование на протяжении всей жизни	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Образовательный ретренинг	МБОУ «Гатчинская СОШ №4 с углубленным изучением отдельных предметов»	
2	Образовательный ретренинг	АОУ «Тюменский областной государственного института развития регионального образования»	

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ФГНУ «Институт педагогического образования и образования взрослых РАО»	191119, г. Санкт-Петербург, ул. Чернышевского, д. 2 (7825661847)	Фундаментальные научные разработки, проекты и экспертиза в сфере педагогического образования и педагогической деятельности, подготовка научных кадров и курсовая подготовка педагогических кадров для образовательных учреждений разного уровня

## **1.2 Непрерывное образование и переподготовка сотрудников современных российских компаний**

Эксперт: Петров Александр Викторович

Ученая степень: доктор социологических наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Должность: профессор

Участие в научных, профессиональных сообществах:

исполнительный директор Российско-Китайского Центра сравнительных социальных, экономических и политических исследований факультета социологии Санкт-Петербургского государственного университета

### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Непрерывное образование и переподготовка кадров как важного элемента экономики постоянного обучения является одним из базовых направлений становления инновационной экономики. Стратегия развития персонала, направленная на непрерывное образование и переподготовку – один из важнейших элементов организационной культуры труда современных компаний, обеспечивающий накопление и воспроизводство их главного конкурентного преимущества – интеллектуального капитала. Ориентация на непрерывное образование и переподготовку – основа повышения конкурентоспособности персонала отечественных компаний на глобальном рынке.

## 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Aspin D. (Ed.)	Philosophical Perspectives on Lifelong Learning. Dordrecht: Springer, 2007.	Monash University	Фундаментальный научный труд о непрерывном образовании.
2	Stiglitz J., Greenwald B.	Creating a Learning Society: A New Approach to Growth, Development, and Social Progress. NY: Columbia Univ Press, 2014.	Columbia University	Монография посвящена исследованию процессов формирования экономики и общества непрерывного обучения.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Акмаева Р. И., Елифанова Н. Ш.	Становление быстродействующих и самообучающихся организаций – основа повышения конкурентоспособности российских компаний в	ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»	В работе рассматриваются проблемы становления быстродействующих и самообучающихся организаций как основы для повышения конкурентоспособности российских компаний.

		условиях инновационной экономики: монография. Лейпциг: LAP LAMBERT Academic publishing, 2012.		
2	Акмаева Р. И. и др.	Становление и развитие самообучающихся организаций на промышленных предприятиях современной России. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2011.	ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»	Рассматриваются вопросы становления и развития самообучающихся организаций на отечественных промышленных предприятиях.
3	Ананченкова П. И., Малахов Е. С.	Развитие корпоративного обучения в системе образовательных услуг. М.: Мэйлер, 2013.	ОУ П ВПО «Академия труда и социальных отношений»	Работа включает анализ различных подходов к организации внутрифирменного обучения и переподготовки.
4	Ключарев Г. А., Стриханов М. Н., Шереги Ф. Э.	Подготовка и повышение квалификации специалистов для производственных компаний, кооперирующихся с вузами и НИИ. М.: Центр социологических исследований, 2012.	ООО «Центр социологических исследований»	Книга посвящена социологическому анализу механизма и результативности реализации широкого государственного эксперимента по стимулированию и развитию научного партнерства ведущих университетов, научно-исследовательских учреждений и производственных компаний России.
5	Шаталова Н.И. и др.	Корпоративное обучение персонала	ФГБОУ ВПО «Уральский	Рассматриваются вопросы организации внутрифирменного обучения.

	организации. Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2011.	государственный университет путей сообщения»	
--	---	--	--

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Корпоративное обучение – 2014	<a href="http://education-events.ru/2014/01/31/conference-corporate-training-2014">http://education-events.ru/2014/01/31/conference-corporate-training-2014</a>	6 Национальная конференция по вопросам развития персонала (Москва, 24 – 25 апреля 2014 г., Москва).
2	Образование через всю жизнь: непрерывное образование в интересах устойчивого развития	<a href="http://lifelong-education.ru">http://lifelong-education.ru</a>	Ежегодная международная научная конференция по вопросам непрерывного образования (ближайшая – 30 мая – 1 июня 2014 г., Санкт-Петербург). Организаторы – ЮНЕСКО и другие международные организации, российские и зарубежные научные институты.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Aspin D.	Monash University	Технологии и модели непрерывного образования.
2	Bangwen N.	China Youth University for Political Sciences	Модернизация образования, технологии и модели непрерывного образования.

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Вершловский С. Г.	ГБОУ ДПО «Санкт-Петербургская	Педагогика, социология образования.

		академия постдипломного педагогического образования»	
2	Ключарев Г.А.	ФГБУН «Институт социологии РАН»	Социология и экономика непрерывного образования.
3	Шереги Ф.Э.	ООО «Центр социального прогнозирования»	Социология образования.

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Corporate training	Корпоративное (внутрифирменное) обучение	Повышение образования и получение новых навыков и умений сотрудниками одной компании
2	Retraining	Переквалификация	Разновидность деятельности по получению дополнительного образования, позволяющий работнику за короткое время получить новую профессию на основе уже имеющейся
3	Skills training	Повышение квалификации	Постоянное обновление теоретических и практических знаний и навыков специалистов в связи с повышением требований к уровню квалификации и необходимостью освоения современных методов решения профессиональных задач
4	Learning economy	Экономика непрерывного обучения	Экономическая система, ориентирующая работников постоянное обучение и переподготовку для адаптации к изменяющимся условиям труда
5	Learning society	Обучающееся общество	Система социальных коммуникаций, в рамках которой постоянное обучение становится одной из основных социальных стратегий поведения и трудовой адаптации
6	Lifelong learning	Непрерывное обучение	Постоянное стремление к получению новых знаний для повышения уровня профессиональной подготовки и возможностей для эффективной адаптации к рынку труда и экономике знаний

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	China Youth University for Political Sciences	25 Xisanhuan Beilu, Haidian District, Beijing, 100089 (Китай)	Исследование проблем обучения и переобучения молодых специалистов разных профилей
2	UNESCO Institute for Lifelong Learning	Feldbrunnenstraße 58, 20148 Hamburg (Германия)	Исследование проблем организации непрерывного обучения с акцентом на обучение и образование взрослых

#### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ГБОУ ДПО «Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования»	191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, д. 11-13 (7825337449)	Исследования в сфере переподготовки и повышения квалификации.
2	Международная ассоциация непрерывного образования (IACE)	119992, г. Москва, Ленинские горы, владение 1, стр. 75Б. НП (7729452223)	Ассоциация, объединяющая теоретиков и практиков непрерывного образования.
3	ФГБУН «Институт социологии РАН»	117218, г. Москва, ул. Кржижановского, д.24/35, к.5 (7727558471)	Социологические исследования в сфере образования.

**2 Персонализация образования (Personalized Learning), технологии и модели персонализации образования, предъявляющие новые требования к роли преподавателя и обеспечению образовательного процесса**

### **2.1 Менторное обучение (Mentored Learning)**

Эксперт: Катермина Вероника Викторовна

Ученая степень: доктор филологических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный университет»

Должность: профессор кафедры английской филологии

**Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Обучение учеников (студентов) производится по индивидуальной программе, направленной на развитие тех или иных способностей. Изначально студент проходит интервью и тестирование, после чего для него выбирается индивидуальная программа (learning path) с применением наиболее подходящих стратегий. Несмотря на то, что обучение проводится в аудитории, студенты имеют перед собой записанную ранее лекцию и используют ее фрагменты в зависимости от их индивидуальной программы. Даная лекция сопровождается тестами и практическими упражнениями. Все это записывается при помощи специальной системы и предоставляется преподавателю, находящемуся в это время в аудитории. Вместо того, чтобы давать лекцию для всех, преподаватель может уделить больше времени для каждого из студентов.

1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Hargreaves A., Shirley D.	The Fourth Way: The Inspiring Future. Thousand Oaks, Calif., Corwin, 2009.	Boston College	

2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций

3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Hargreaves A.	Boston College	Реформа образования, технологии образования, обеспечение лидерства в образовании
2	Shirley D.	Boston College	Реформа образования, технологии образования, обмен опытом между педагогами

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Assessment of Teaching	Оценка работы учителя	
2	Choice Options	Выбор опций	
3	Flexibility	Гибкость	
4	Personalized Learning	Персонализированное обучение	

#### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Boston College (Lynch School of Education)	Boston College, 140 Commonwealth Avenue, Chestnut Hill, MA 02467 (США)	Исследования в области образования; разработка образовательных технологий, направленных на обеспечение персонализации образовательного процесса и обеспечение лидерства будущих выпускников.

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности

### **3 Технологии и модели реализации компетентностного подхода в образовании (Competence-based Learning)**

#### **3.1 Смешанное обучение (Blended Learning)**

Эксперт: Кузнецов Андрей Николаевич

Ученая степень: кандидат педагогических наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования»

Должность: профессор кафедры иностранных языков и культуроведения

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Президиум Научно-методического совета УМО по образованию в области лингвистики (при МГЛУ) Минобрнауки России;
- Международный центр ЮНЕВОК/ЮНЕСКО (Бонн, Германия);
- Международная ассоциация профессионального образования (IVETA, США);
- Международная ассоциация преподавателей английского языка (IATEFL, Великобритания);
- Лингвистическая ассоциация преподавателей английского языка при МГУ (LATEUM);
- Международное общество по инженерной педагогике (IGIP, Австрия).

## Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития

Смешанное обучение – сочетание и взаимное дополнение двух основных образовательных форматов: «преподаватель – учащийся» (личный образовательный контакт) и «учащийся – мультимедийная образовательная среда» (самостоятельная работа студента с инструментами ИКТ).

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Salmon G.	E-tivities: the key to avtive online learning. London. Kogan Page, 2004.	Swinburne University of Technology	Анализируется опыт разработки и практического применения технологий дистанционного и смешанного обучения, приводится описание авторской пятиступенчатой модели смешанного образования.

### 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Евдокимова М.Г.	Проблемы теории и практики информаци-	ФГАОУ ВПО «Национальный ис-	Рассматриваются проблемы теории и практики применения технологий смешанного обучения иностранным языкам.

		онно-коммуникационных технологий обучения иностранным языкам. М.: МИЭТ, 2004.	следовательский университет «МИЭТ»	
--	--	--	------------------------------------	--

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	The Internet and Higher Education: A Quarterly Review of Innovations in Post-secondary Education	–	Ежеквартальный журнал, содержащий обзор лучших практик применения информационно-коммуникационных технологий в высшем образовании.
2	Computers & Education: An International Journal	–	Международный журнал, посвященный вопросам теории и практики применения информационно-коммуникационных технологий в образовании, направленных на его персонализацию.

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Salmon G.	Swinburne University of Technology (Австралия)	Технологические и организационные инновации в образовании; технологии дистанционного и смешанного образования.
2	Stannard R.	British Council (Великобритания)	Информационно-коммуникационные технологии в образовании, технологии смешанного обучения иностранным языкам.

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Евдокимова М.Г.	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МИЭТ»	Инновационные технологии обучения иностранным языкам, проблемы персонализации обучения иностранным языкам.

### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Blended Learning	Смешанное обучение	Тщательно планируемое сочетание и взаимное дополнение двух основных образовательных форматов: «преподаватель – учащийся» (личный образовательный контакт) и «учащийся – мультимедийная образовательная среда» (самостоятельная работа студента с инструментами ИКТ)
2	Competence-based Learning	Компетентностный подход в образовании	
3	Learner Autonomy	Автономность обучающегося	Самостоятельное освоение обучающимися отдельных аспектов социальной, общеучебной, общеобразовательной и (или) профессиональной компетентности

### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Смешанное обучение	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	Внедрена технология смешанного обучения английскому языку.

### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Wageningen University and Research Centre	Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen (Нидерланды)	Технологические и организационные инновации в образовании; технологии смешанного обучения.

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов)	119049 Москва Ленинский пр-т, д. 4 (7706019535)	Технологические и организационные инновации в образовании; разработка технологий реализации компетентностного подхода в профессиональном образовании.

## **4 Технологии, модели и новые требования к обеспечению современного инженерного образования (Engineering Education)**

### **4.1 Практико-ориентированные образовательные технологии в инженерном образовании**

Подготовлено по материалам Ассоциации инженерного образования России (АИОР).

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Применяемые в российских инженерных вузах образовательные технологии не позволяют подготавливать специалистов, полностью отвечающих требованиям работодателей.

Основными недостатками молодых специалистов в глазах работодателей являются:

- низкая эффективность и производительность инженерного труда, отсутствие знаний, навыков и опыта использования высокопроизводительных интегрированных средств компьютерного сетевого проектирования;
- незнание бизнес-процессов и особенностей российской бизнес-среды;
- отсутствие навыков делового общения, ведения переговоров, недостаток коммуникативных компетенций;
- недостаточный уровень языковой подготовки;
- недостаток знаний о нелинейной динамике развития сложных систем.

Основными требованиями работодателей к молодым специалистам являются:

- способность системно и самостоятельно мыслить и эффективно решать производственные задачи с использованием компетенций, полученных в вузе;
- умение работать в команде;

- знание бизнес-процессов и бизнес-среды в целом;
- способность генерировать и воспринимать инновационные идеи;
- умение аргументированно презентовать свою идею;
- способность использовать в работе иностранные языки.

Одним из путей повышения качества подготовки специалистов, по мнению экспертов АИОР, является внедрение в инженерных вузах практико-ориентированных образовательных технологий.

Практико-ориентированные образовательные технологии позволяют подготавливать специалистов к самостоятельной деятельности непосредственно после окончания вуза (без периода адаптации к условиям работы на производстве).

При реализации практико-ориентированных образовательных технологий используются, в том числе, следующие приемы:

- «вброс» проблемы;
- мозговой штурм; – экспертный семинар;
- тренинг;
- мастер-класс;
- круглый стол;
- дискуссионная площадка, форум.

Практико-ориентированные образовательные технологии позволяют:

- формировать системное мышление;

- вырабатывать у студентов навыки работы в команде в режиме дискуссии по поиску путей решения проблемы;
- способствовать развитию способностей самостоятельного мышления (индивидуально и в команде, в режиме «мозгового штурма»);
- научить студентов выделять и анализировать проблемы;
- научить студентов использовать системный подход при решении проблем;
- развивать творческие способности студентов и способность генерировать идеи;
- совмещать изучение фундаментальных дисциплин с изучением прикладных (профильных), «заточенных» на решение реальных практических задач (реальные проекты);
- выявлять будущих лидеров и специалистов, обладающих неординарными способностями в различных видах деятельности (конструирование, изобретательство).

Среди основных показателей уровня внедрения практико-ориентированных технологий эксперты выделяют следующие:

- доля междисциплинарных курсов в учебном плане;
- доля занятий с использованием интерактивных образовательных технологий;
- доля дисциплин с использованием современных программных продуктов;
- доля преподавателей, занятых в промышленности;
- доля дисциплин, обеспечиваемых экспертами производственной сферы;
- количество часов, отведенных на производственную практику;

- доля привлекаемых иностранных ресурсов и ресурсов на иностранных языках;
- доля дисциплин, в которых методом финального контроля является реализация группового проекта.

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Grindel T. (ed.) et al.	In Search of Global Engineering Excellence: Educating the Next Generation of Engineers for the Global Workplace (Hanover: Continental AG, 2006)	Continental AG (Германия)	Исследование вопросов совершенствования системы инженерного образования, обзор успешных примеров.

### 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Боровков А.И. и др.	Современное инженерное образование (СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2012)	Санкт-Петербургский государственный Политехнический	Аналитический материал по современному состоянию и основным подходам к созданию наукоемких образовательных программ подготовки инженеров и магистерских программ нового поколения.

			университет	
2	Медовников Д. и др.	Главные люди в стране (URL: <a href="http://expert.ru/expert/2011/15/glavnyie-lyudi-v-strane">http://expert.ru/expert/2011/15/glavnyie-lyudi-v-strane</a> )	Медиахолдинг «Эксперт»	Аналитический обзор по проблемам подготовки инженеров и квалифицированных рабочих кадров в России и других странах.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	American Society for Engineering Education	<a href="http://www.asee.org">http://www.asee.org</a>	Сайт содержит информацию о конференциях и публикациях в области инженерного образования.
2	Ассоциация инженерного образования России (АИОР)	<a href="http://aeer.ru">http://aeer.ru</a>	Сайт содержит материалы об инженерном образовании в России, информацию о профильных конференциях и семинарах, выпуски журнала «Инженерное образование».

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции

### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Байденко В.И.	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов)	Компетентностный подход в инженерном образовании.

2	Похолков Ю.П.	ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»	Инженерное образование, президент Ассоциации инженерного образования России.
---	---------------	--	--

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Практико-ориентированные образовательные технологии		Образовательные технологии позволяют подготавливать специалистов к самостоятельной деятельности непосредственно после окончания вуза (без периода адаптации к условиям работы на производстве)
2	Engineering Education	Инженерно образование	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Программы подготовки инженеров и бакалавров, аккредитованные ENAEE	Адрес базы данных: <a href="http://enaee.trynisis.com">http://enaee.trynisis.com</a>	Информация о программах подготовки инженеров и бакалавров (включая российские), аккредитованных ENAEE (European Network for Accreditation of Engineering Education) – вузы, программы, период аккредитации.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1			

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»	420015, Казань, ул. К. Маркса, 68 (1655018804)	Совершенствование системы инженерного образования, разработка новых программ и технологий инженерного образования.
2	ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»	634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30 (7018007264)	Совершенствование системы инженерного образования, разработка новых программ и технологий инженерного образования.

## **5 Образовательные технологии, основанные на достижениях бихевиоризма (Behavioral Science) и когнитивных наук (Cognitive Science) и стимулирующие включение обучающихся в различные виды деятельности**

### **5.1 Программированное обучение и когнитивная образовательная технология**

Эксперт: Нагорнова Жанна Владимировна

Ученая степень: кандидат биологических наук

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН»

Должность: научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Society for Psychophysiological Research (SPR, США);
- Физиологическое общество им. И.П. Павлова (Россия).

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Метод программированного обучения, основанный на достижениях бихевиоризма, позволяет в короткие сроки осуществить процесс обучения необходимым знаниям и навыкам, а также корректировать нежелательное поведение.

Метод основан на дозированной (небольшими порциями) подаче учебного материала с поэтапным контролем усвоения материала. Получение новой учебной информации возможно только в случае правильного выполнения контрольного задания. Основные системы программированного обучения: линейные (последовательно сменяющиеся небольшие блоки учебной информации с контрольными заданиями); разветвленные (представляют собой дополнительную учеб-

ной информации, которая позволяет выполнить контрольное задание, дать правильный ответ и получить новый блок учебной информации); адаптивные (предоставляют возможность самостоятельно выбирать уровень сложности нового учебного материала, изменять его по мере усвоения и обращаться к электронным справочникам, словарям, пособиям); комбинированные (включают в себя элементы предыдущих систем).

Преимуществами данного метода обучения являются: дозированность учебного материала; активная самостоятельная работа самого ученика; постоянный контроль усвоения; индивидуальный темп обучения; возможность использования технических средств обучения. Однако программированное обучение не в полной мере способствует развитию самостоятельности в обучении и применимо только для алгоритмически разрешимых познавательных задач, что обеспечивает получение знаний, заложенных в алгоритме, и не способствует получению новых. При этом чрезмерная алгоритмизация обучения препятствует формированию продуктивной познавательной деятельности и не способствует развитию инициативы учащихся.

На современном этапе программированное обучение развивается на основе компьютерных обучающих технологий и может рассматриваться как эффективный метод организации самостоятельной домашней работы обучающихся. Широкое применение метод программированного обучения приобрел в спорте для усвоения двигательных навыков. В образовательной сфере развиваются методы комбинированного проблемно-программированного обучения.

Когнитивная образовательная технология является общепедагогической предметно независимой индивидуально ориентированной образовательной технологией, обеспечивающей понимание обучающимся предметного материала путем формирования у них системы когнитивных схем. Основной задачей когнитивной технологии является создание условий для понимания каждым учеником воспринимаемой информации.

Приоритетными целями этой технологии являются:

- когнитивное развитие учащихся;
- присвоение знаний и формирование способов деятельности в соответствии с требованиями стандарта обучения;
- формирование информационной компетентности учащихся;
- формирование критического мышления.

В когнитивной образовательной технологии используются различные методы обучения: объяснительно-иллюстративный; программированный; эвристический; проблемный.

Когнитивная образовательная технология подразумевает определение и учет уровня когнитивных способностей обучающихся при усвоении материала (теоретического и практического) и многократное логическое прорабатывание материала до его усвоения.

Когнитивная образовательная технология предполагает индивидуализированный подход и развитие когнитивных способностей обучающихся и представляется перспективной для разработок в ее русле конкретных образовательных программ.

## 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Reif F.	Applying Cognitive Science to Education: Thinking and Learning in Scientific and Other Complex Domains. Cambridge: A Bradford Book, 2007.	Massachusetts Institute of Technology	В работе описывается применение когнитивных образовательных подходов для повышения успешности обучения студентов в сложных областях знания: физика, химия, математика, биология.
2	R. Schank	Teaching Minds: How Cognitive Science Can Save Our Schools. Teachers College Press, 2011.	Northwestern University (Institute for Learning Sciences), Socratic Arts Company	В книге описан когнитивный подход к образованию, применимый на всех ступенях образования – от школьного уровня до высшего образования.

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Баксанский О.Е., Кучер Е.Н.	Когнитивный образ мира: пролегомены к философии образования. М.: КАНОН+, 2010	ФГБУН «Институт философии РАН»	Книга посвящена анализу методологии современных исследований процесса познания. Прослеживается история формирования категории «образ мира» в отечественной и зарубежной научной литературе, а также обсуждается соответствующее понятие в современной когнитивной психологии, где образ мира рассматри-

				вается с точки зрения формирования когнитивных репрезентаций, а не простого психического отражения. Детально анализируется теория персональных конструкторов Дж. А. Келли. Обсуждаются основные положения и принципиальные следствия этого когнитивного подхода.
2	Бершадский М.Е., Гузев В.В., Нестеренко А.А.	Российская эффективная школа: образовательный процесс. М.: НИИ школьных технологий, 2012.	ФГАОУ «Академия повышения квалификации и переподготовки работников образования»	В трех книгах предлагается авторское видение новой российской школы. В первой книге описаны цели и содержание образования. Во второй книге представлен комплекс образовательных технологий. В третьей книге описаны система управления школой и организация образовательной и культурной среды.
3	Величковский Б.М.	Когнитивная наука. Основы психологии познания. М.: Академия, 2006.	ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (Курчатовский НБИКС-центр)	В книге изложены результаты междисциплинарных исследований познавательных процессов у человека. Подробно рассмотрены восприятие и действие, внимание и сознание, речевое общение и мышление, память и представление знаний, взаимодействие интеллекта и аффекта, а также философские и прикладные проблемы, стоящие перед когнитивной наукой.
4	Холодная М.А.	Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. СПб.: Питер, 2004.	ФГБУН «Институт психологии РАН»	Один из разделов книги посвящен психологии когнитивных (познавательных) стилей, характеризующих индивидуальные различия между людьми в способах познания окружающего мира. Описываются история изучения когнитивных стилей и современное состояние стилевого подхода.

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Высшее образование в России	<a href="http://www.vovr.ru">http://www.vovr.ru</a>	Научно-педагогический журнал, посвященный проблемам современной высшей школы. Адресован профессорско-преподавательскому составу вузов, теоретикам, практикам и историкам отечественной и зарубежной систем высшего образования, студенчеству, предпринимателям, занятым в сфере просвещения.
2	Когнитивные образовательные технологии	<a href="http://bershadskiy.ru">http://bershadskiy.ru</a>	Ресурс, посвященный разработке и практике применения когнитивных образовательных технологий.

	логии XXI века (сайт М.Е. Бершадского)		
3	Образование и наука	<a href="http://edscience.ru/ru">http://edscience.ru/ru</a>	Журнал теоретических и прикладных исследований «Образование и наука» публикует наиболее значимые научные труды и результаты деятельности ученых России и стран ближнего и дальнего зарубежья по широкому спектру направлений, связанных с развитием образования.
4	Педагогика	<a href="http://www.pedagogika-rao.ru">http://www.pedagogika-rao.ru</a>	Журнал по проблемам образования, воспитания и преподавания. Предназначен для теоретиков образования и практикующих педагогов.

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Duschl R.	Pennsylvania State University (College of Education)	Философия науки, когнитивная психология и теория образования.
2	Chi M.	University of Arizona (Learning Sciences Institute)	Исследование процессов понимания студентами комплексных концептов. Разработка методов повышения успеваемости студентов.
3	Pea R.	Stanford University	Исследование влияния информационных технологий на процессы научения, особенно в сфере научного знания.
4	Schank R.	Northwestern University (Institute for Learning Sciences), Socratic Arts Company	Назвятие новых образовательных технологий.

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Бершадский М.Е.	ФГАОУ «Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников	Применение когнитивной образовательной технологии в средней школе.

		образования»	
2	Гельфман Э. Г.	ФГБОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет»	Теория и методика обучения математике, Методика преподавания математики, Современные модели обучения, Интеллектуальное воспитание учащихся на уроках математики в средней школе
3	Дегтярев С.Н.	ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет»	Использование когнитивной образовательной технологии для развития творческих способностей учащихся средней школы
4	Холодная М.А.	ФГБУН «Институт психологии РАН»	Психология познания, в том числе интеллект, когнитивные стили, понятийное мышление, концептуальные способности, интеллектуальная одаренность, интеллектуальное воспитание учащихся в процессе обучения, психодиагностика интеллектуальных способностей.

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Behavioral Science	Бихевиоризм	
2	Cognitive Science	Когнитивная наука	
3	Programmed Learning	Программированное обучение	Метод обучения, основанный на дозированной подаче учебного материала и контроле его усвоения

#### 7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Когнитивная образовательная технология «карты понятий»	ФГАОУ «Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования»	Применение карт понятий формирует в сознании обучающегося вербальной картины мира, которая возможно более точно соответствует его объективным связям и характеристикам.

2	Образовательный проект «Математика. Психология. Интеллект» (МПИ)	ФГБОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет», ФГБУН «Институт психологии РАН»	Разработано новое поколение учебных материалов по математике (учебников, учебных книг, практикумов, рабочих тетрадей, средств компьютерной поддержки) для учащихся 5–9-х классов общеобразовательной школы, ориентированных на интеллектуальное воспитание учащихся на основе обогащения их ментального опыта.
---	--	--	--

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Arizona State University (Learning Sciences Institute)	P.O. Box 872111 Tempe, AZ 85287-2111 (США)	Изучение механизмов процесса познания и применение когнитивных технологий для совершенствования процесса обучения.
2	International Association for Cognitive Education and Psychology	<a href="http://www.ia-cep.org/contact-us">http://www.ia-cep.org/contact-us</a>	Международная организация, объединяющая специалистов по когнитивным технологиям в образовании.
3	University of Exeter (Cognitive Education Development Unit)	Stocker Road Exeter EX4 4PY (Великобритания)	Развитие методов оценки эффективности применения когнитивных технологий в среднем образовании.
4	University of Nottingham (Learning Sciences Research Institute)	University Park Nottingham, NG7 2RD (Великобритания)	Исследования когнитивных, социальных и культурных аспектов обучения.
5	University of Southern California (Center for Cognitive Technology)	250 N. Harbor Dr., Suite 309 Redondo Beach, CA 90277 (США)	Применение результатов фундаментальных исследований мотивации и когнитивной сферы для развития образования.

#### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
-------	-----------------------------	-------------	----------------------

1	ФГАОУ «Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования»	125212 Москва Головинское шоссе, д. 8, корп. 2а (7718084063)	Образовательный и научный центр Федеральной системы дополнительного профессионального педагогического образования с функциями головной организации в области повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования.
2	ФГБУН «Институт психологии РАН»	129366, Москва, ул. Ярославская, д.13 (7717040063)	Фундаментальные и прикладные исследования в области психологии.
3	ФГБОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет»	634041 г. Томск, ул. Киевская 60 (7021042043)	Разработка когнитивных образовательных технологий.
4	ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет»	625003 г. Тюмень, ул. Семакова, 10 (7202010861)	Образовательный и научный центр Федеральной системы дополнительного профессионального педагогического образования с функциями головной организации в области повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования.

## **6 Образовательная нейронаука (Educational Neuroscience, Neuroeducational Research)**

### **6.1 Brain-Targeted Teaching Model**

Эксперт: Шемякина Наталья Вячеславовна

Ученая степень: кандидат биологических наук

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН»

Должность: научный сотрудник

Участие в научных, профессиональных сообществах:

- Физиологическое общество им. И.П. Павлова (Россия);
- International Brain Research Organization (IBRO, Великобритания);
- Society of Psychophysiology research (SPR, США).

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Развитие этой группы технологий предполагает, что понимание функциональных особенностей мозга человека позволит предсказать траекторию его развития и, в пределах границ «норма – реакция», позволит обучающими технологиями повлиять на развитие и оптимизировать как процесс обучения, так и улучшить его результат (в рамках индивидуального подхода).

В России достаточно сильно развито направление возрастной психологии и психофизиологии, образовательные технологии во многом ориентированы на особенности развития ребенка.

Вместе с тем, по сравнению с зарубежными странами, у нас сравнительно меньше применяются интерактивные и программные средства обучения (в том числе, для «улучшения» способностей). В зарубежных государствах одним из компонентов развития нейрообразования является использование различных игровых и программных обучающих продуктов, которые пока не получили серьезного развития в России.

Так, например, существуют следующие информационно-образовательные и «тренирующие» сайты: <http://www.lumosity.com>, <http://www.cogmed.com>, <http://www.memrise.com>. Данные ресурсы претендуют на использование знаний нейронауки для тренировки мыслительной деятельности человека.

В современном информационном обществе, включение Интернет-ресурсов в процессы обучения происходит достаточно широко, как в жизни взрослых обучающихся, так и детей.

Основными тенденциями развития технологий в рамках нейрообразования являются:

- исследование функциональных особенностей мозга с целью диагностики и предсказания возможных трудностей в обучении;
- для дифференцировки уже возникших особенностей развития, вызывающих трудности обучения (например, данные исследования могут быть актуальными при возникновении трудностей освоения чтения (дислексии); на основании соответствующего знания есть возможность либо – тренировать сложившиеся компенсаторные механизмы, либо, предполагая трудности в обучении, осуществлять превентивные меры; при этом в дальнейшем можно оценивать прогресс в обучении и развитие человека на основании нейроимиджинговых процедур и электроэнцефалографических исследований.;
- с целью повышения уровня знания и качества усвоения информации (cognitive enchancement).

В рамках развития способностей, в зарубежной литературе, как один из возможных примеров, описывается развитие и тренировка математических способностей (как в норме, так и при отклонениях развития – например, акалькулия). При этом развитие математических способностей может происходить не только путем тренировки, но и в ситуации, например, прослушивании музыки на уроках математики. Предполагается, что при прослушивании музыки происходит стимуляции зон коры, ответственных за пространственное мышление, которое необходимо и для развития математических навыков.

В 2008 году правительством США была инициирована программа исследования и оценки образования в области естественных и инженерных наук. В 2009 Национальный научный фонд США предложил целевые исследования по междисциплинарному изучению нейрофизиологического базиса математического обучения.

В рамках нейрообразования происходит интеграция знаний из разных областей (нейронауки, психологии, педагогики).

Одной из предлагаемых в рамках направления моделей является «The Brain-target teaching model». Модель предложена в 2003 Mariale M. Hardiman (Johns Hopkins University). Модель включает шесть компонентов – шесть ступеней обучения: эмоциональный климат, физическое окружение, способ обучения, обучение для формирования «мастерства», обучение с целью применения знаний, оценка обучения. Каждая из ступеней требует понимания педагогом физиологических и психологических процессов при обучении, мозгового обеспечения той или иной деятельности. На сайте, представляющем данную технологию указано, что ее используют более 300 педагогов, среди которых преподаватели Johns Hopkins University, Baltimore City Public Schools, Roland Park Elementary/Middle School, Kansas State University.

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Hardiman M.	Connecting brain research with effective teaching: The Brain-Targeted Teaching Model. Landam, MD: Rowman & Littlefield Education, 2003.	Johns Hopkins University	Представлены возможные пути интеграции данных нейронауки и педагогики.
2	Hardiman M.	The Brain-Targeted Teaching Model for 21st-Century Schools. SAGE Publications, 2012.	Johns Hopkins University	Представлена шестикомпонентная модель эффективного образования.

### 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Brain-Targeted Teaching Model	<a href="http://www.braintargetedteaching.org">http://www.braintargetedteaching.org</a>	Сайт посвящен модели обучения Brain-Targeted Teaching Model (суть модели, опыт применения, инициативы, поддержанные государством и другие ресурсы).
2	European Association for research on learning and Instruction (EARLI)	<a href="http://www.earli.org">http://www.earli.org</a>	Европейская научная ассоциация, специализирующаяся на исследовании проблем образования и разработке и внедрении новых образовательных технологий, основанных на основе достижений нейронаук.
3	EARLI Special Interest Group (SIG) 22: Neuroscience & Education	<a href="http://www.sig22neuroeducation.com">http://www.sig22neuroeducation.com</a>	Конференция EARLI по вопросам нейрообразовательных исследований (ближайшая – 12 – 14 июня 2014 г., Геттинген, Германия).
4	International Mind, Brain and Education Society (IMBES)	<a href="http://www.imbes.org">http://www.imbes.org</a>	Международная ассоциация, занимающаяся разработкой новых образовательных технологий с учетом достижений нейронаук, психологии и педагогики. Сайт также содержит информацию о профильных конференциях, проводимых IMBES.
5	Learning & the Brain Conference The Science of Smarter Minds: Connecting Educators to Neuroscientists and Researchers	<a href="http://www.learningandthebrain.com/Event-271/The-Science-of-Smarter-Minds/Program">http://www.learningandthebrain.com/Event-271/The-Science-of-Smarter-Minds/Program</a>	Конференция, посвященная вопросам интеграции педагогики и нейронаук (Нью-Йорк, 8 – 10 мая 2014 г.)
6	Society for neuroscience (SfN)	<a href="http://www.sfn.org">http://www.sfn.org</a>	В рамках конференций и публикаций сообщества SfN рассматриваются данные, которые можно использовать в образовательных целях для развития образовательных технологий, в том числе, в рамках нейрообразовательного подхода.

#### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Hardiman M.	Johns Hopkins University	Образование, педагогика, психология, нейрообразовательные технологии
2	Howard-Jones P.	University of Bristol	Образовательная нейронаука, нейрообразовательные технологии.

#### 5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции

#### 6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Educational Neuroscience	Образовательная (реже - педагогическая) нейронаука	
2	Hardiman's Brain Targeted Teaching Model		Модель обучения, включающая шесть компонентов: эмоциональный климат, физическое окружение, способ обучения, обучение для формирования «мастерства», обучение с целью применения знаний, оценка обучения (разработана М. Hardiman)
3	Neuroeducation	Нейрообразование (реже - неро-педагогика)	Подход, при котором знания нейрофизиологии и особенностей развития мозга человека (формирования высших психических функций) используются с целью оптимизации процесса образования и повышения его эффективности
4	Neuroeducational Research	Нейрообразовательные (реже – нейропедагогические) исследования	

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Brain Targeted Teaching Model	Johns Hopkins University	Эта модель используется при обучении студентов и школьников в США (Johns Hopkins University, Baltimore City Public Schools, Roland Park Elementary/Middle School, Kansas State University). Модель предполагает гармоничное развитие и формирование компетенций у обучающегося. Для реализации данной модели важны знания преподавателя о мозговых механизмах деятельности человека и каждой из применяемых ступеней (компонентов) модели.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Harvard University (Graduate School of Education)	Appian Way, Cambridge, MA 02138 (США)	Нейрообразовательные исследования.
2	Johns Hopkins University (School of Education)	3400 N. Charles Street Baltimore, MD 21218 (США)	Нейрообразовательные исследования.
3	University of Bristol (Graduate School of Education)	35 Berkeley Square, Clifton, Bristol BS8 1JA (Великобритания)	Нейрообразовательные исследования.
4	University of Exeter (Graduate School of Education Research)	Stocker Road Exeter EX4 4PY (Великобритания)	Нейрообразовательные исследования.

### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ФГБУН «Институт психологии РАН»	129366 Москва, ул. Ярославская, д.13 (7717040063)	<p>Фундаментальные психологические исследования.</p> <p>Лаборатория психологии способностей и ментальных ресурсов им. В.Н. Дружинина: разработка проекта «Математика. Психология. Интеллект» (МПИ).</p> <p>Лаборатория психологии и психофизиологии творчества – сотрудничество с Европейским комитетом по образованию детей и юношества.</p>
2	ФГНУ «Институт возрастной физиологии РАО» (лаборатория нейрофизиологии когнитивной деятельности)	119121, Москва, ул. Погодинская, дом 8, корпус 2 (7704000761)	Изучение базовых нейрофизиологических механизмов, определяющих формирование познавательных процессов и их специфику на разных этапах развития ребенка.

## **7 Новые информационные технологии в образовании (ICT-enabled Education, Educational Software, Digital Tutors, E-learning)**

### **7.1 Modular Object Oriented Digital Learning Environment (Moodle)**

Эксперт: Нежметдинова Фарида Тансыковна

Ученая степень: кандидат философских наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Челябинский государственный университет»

Должность: заведующая кафедрой философии и права

#### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда (Modular Object Oriented Digital Learning Environment, Moodle – это виртуальная среда обучения и управления процессом образовательной деятельности, учебно-образовательное и интеллектуальное ядро инновационного проекта «Мобильный университет», максимально использующие возможности современных информационных технологий с целью повышения качества образовательной деятельности и его учебно-методического обеспечения.

Moodle распространяется как программное обеспечение с открытыми исходными кодами ([http://www.opensource.org/docs/definition\\_plain.html](http://www.opensource.org/docs/definition_plain.html)) под лицензией GPL (<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>). Это означает, что программный код Moodle можно использовать свободно, он распространяется в открытом виде, его можно мо-

дифицировать как угодно, но необходимо соблюдать правила лицензии GPL. Это обеспечивает широкое распространение этой системы, быстрое развитие, высокое качество и защищенность. В сравнении с многими коммерческими системами Moodle не уступает по функциональным возможностям.

Moodle работает в Unix, Linux, Windows, Mac OS X, Netware и любой другой операционной системе.

Moodle проектируется как набор модулей и позволяет гибко добавлять или удалять элементы на различных уровнях.

Moodle легко обновляется от версии к версии. Он имеет внутреннюю систему для обновления собственной базы и восстановления.

Moodle требует только одну базу данных и может быть использован совместно с другими приложениями.

Moodle включает базу данных широкого назначения, которая поддерживает различные типы баз данных.

#### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Dvorak R.	Moodle For Dummies. John Wiley & Sons, 2011.	Saint Martin's University	Монография посвящена рассмотрению особенностей разработки образовательных курсов в Moodle.
2	Rice W.	Moodle 2.0 E-Learning Course Development. Birmingham: ПАСКТ,	Moodle Pty Ltd	Монография посвящена вопросам разработки программ дистанционного обучения в Moodle.

		2011		
--	--	------	--	--

## 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций

## 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Moodle	<a href="https://moodle.org">https://moodle.org</a>	Ресурс, посвященный Moodle. Помимо прочего содержит информацию о разработчиках и основных пользователях (включая российских) Moodle.
2	Персональный сайт У. Райса	<a href="http://www.williamrice.com">http://www.williamrice.com</a>	У. Райс – один из основоположников Moodle. Сайт содержит ссылки на монографии, статьи и другие полезные ресурсы по Moodle.

## 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Dvorak R.	Saint Martin's University	Технологии дистанционного образования.
2	Rice W.	Moodle Pty Ltd	Информационные технологии в образовании, технологии дистанционного образования.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	Digital Tutor	Электронный репетитор	
2	ICT-Enabled Education		
3	Moodle (Modular Object Oriented Digital Learning)	Модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда	Виртуальная среда обучения и управления процессом образовательной деятельности

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	Moodle	<a href="http://moodle.com/stories">http://moodle.com/stories</a>	Основные пользователи (университеты, корпорации и пр.) и их отзывы.

8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Moodle Pty Ltd	224-226 Lord St Perth 6000 Western Australia (Австралия)	Разработчик Moodle.

9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности
1	ООО «М-Компании» (LMS-Service)	193318, Санкт-Петербург г, Пятилеток пр-кт, 15, 5, 61 (7840422410)	Разработка приложений для дистанционного обучения на базе Moodle 2.0.
2	ООО «Открытые Технологии»	117303, г. Москва, а/я 33 (7713612979)	Веб-приложения для бизнеса и образования. Единственный в России официальный партнер Moodle Pty Ltd.

## 7.2 M-Learning

Эксперт: Загидуллина Марина Викторовна

Ученая степень: доктор филологических наук

Ученое звание: профессор

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный аграрный университет»

Должность: директор Института гуманитарного образования

### **Краткая характеристика направления применения производственной технологии, современный уровень и тенденции развития**

Особенности технологии:

- использование личных мобильных устройств обучающихся (экономия на дорогостоящем оборудовании);
- наличие большого числа готовых решений, предоставляемых бесплатно (в том числе cloud-computing и приложения Google-Apps, открывающие возможность быстрого создания современной виртуальной образовательной среды для всего учебного заведения либо для отдельных его подразделений и даже конкретных курсов);
- технологии, объединяющие преимущества Distant Learning и условия Collaborative Learning (быстрое и эффективное использование инструментов командной работы при сохранении индивидуального подхода).

### 1. Список наиболее значимых зарубежных научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Mohammad N.	M-learning in Malaysia: Challenges and Strategies // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2012. Vol. 67.	Universiti Teknologi MARA	Анализ возможностей и мировых тенденций мобильного обучения.

### 2. Список наиболее значимых российских научных публикаций, посвященных данной технологии

№ п/п	Автор	Название (Статьи/книги/журнала, изд-во, место, год)	Организация (место работы автора/место проведения исследований)	Краткое содержание (аннотация) публикаций
1	Ливская Е.В.	Мобильное обучение иностранному языку: теория, методология и практика внедрения в вузы // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 1.	ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ» (Калужский филиал)	Обзор конкретных технологий M-Learning, представительный список литературы.
2	Макарчук Т. А., Минаков В.Ф., Артемьев А.В.	Мобильное обучение на базе облачных сервисов // Современ-	ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский гос-	Анализ достижений и оценка перспективности технологий M-Learning.

		ные проблемы науки и образования. 2013. № 2.	ударственный экономический университет»	
--	--	--	---	--

### 3. Список профильных информационных источников (журналов, сайтов, конференций)

№ п/п	Название	Адрес/ссылка	Краткое описание
1	Learning Technologies 2015	<a href="http://www.learningtechnologies.co.uk">http://www.learningtechnologies.co.uk</a>	Международная выставка и конференция в области образовательных технологий (Лондон, 28 – 29 января 2015 г.)
2	Procedia – Social and Behavioral Sciences	<a href="http://www.journals.elsevier.com/procedia-social-and-behavioral-sciences">http://www.journals.elsevier.com/procedia-social-and-behavioral-sciences</a>	Журнал, специализирующийся на публикации тезисов выступлений высокорейтинговых конференций в области общественных наук и психологии, в том числе в области образования. Большое количество статей в выпусках журнала посвящено M-Learning.
3	Современные технологии обучения в компаниях и учебных организациях	<a href="http://www.elearnexpo.ru">http://www.elearnexpo.ru</a>	11-я Международная выставка и конференция (Москва, ВВЦ, 17 – 18 июня 2014 г.)

### 4. Зарубежные специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции
1	Casebourne I.	Epic Performance Improvement Ltd	Мониторинг новейших предложений и разработок в области электронного и мобильного образования.
2	Potter A.	Wessex Institute of Technology	Внедрение технологий E-Learning в практику высшего образования.
3	Seoane-Pardo A.	University of Salamanca	Внедрение и оценка эффективности различных форм виртуального образования.

5. Российские специалисты и ученые, работающие в области данной технологии

№ п/п	ФИО	Организация	Сфера компетенции

6. Список наиболее употребляемых терминов (ключевых понятий), относящихся к данной технологии.

№ п/п	Термин (англо- или русскоязычный)	Аналог (для англоязычных терминов)	Краткое толкование термина
1	BYOD		Собственное мобильное устройство обучающегося, используемое в учебном процессе для учебных целей
2	Digital natives	Рожденные в цифровую эпоху	Поколение, для которого мобильные и компьютерные устройства являются неременной частью ежедневной жизни, а владение их возможностями становится «врожденной» компетентностью
3	D-Learning (Distance Learning)	Дистанционное обучение	
4	E-Learning		
5	M-Learning	Мобильное обучение	Обучение с помощью мобильных устройств
6	Move-and-do	Делай на ходу	Принцип выполнения заданий с помощью мобильного устройства в любое время и любом месте

7. Информация о фактах внедрения данной технологии и характеристика ее преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)

№ п/п	Название технологии	Место, предприятие/организация	Краткое описание результатов/продуктов, характеристика их преимуществ (достигнутые и перспективные значения параметров)
1	M-Learning	В настоящее время технология активно осваивается многими университетами США и Юго-Восточной Азии. В России –	Первые отзывы – положительные (см. публикации).

		Санкт-Петербургский государственный экономический университет.	
--	--	--	--

#### 8. Зарубежные центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация	Адрес (страна)	Профиль деятельности
1	Epic Performance Improvement Ltd	52 Old Steine Brighton East Sussex BN1 1NH (Великобритания)	Один из мировых лидеров в разработке приложений M-Learning.
2	Massachusetts Institute of Technology	77 Massachusetts Avenue, Cambridge, MA 02139-4307 (США)	Исследования в области M-Learning, разработка технологий и приложений.
3	University of San Diego (Mobile Technology Learning Center)	5998 Alcala Park San Diego (США)	Исследования в области M-Learning, оценка достижений и перспектив.

#### 9. Российские центры компетенции в рассматриваемой области разработки и внедрения новых технологий

№ п/п	Организация (подразделение)	Адрес (ИНН)	Профиль деятельности

### **Предложения по структуризации проблематики новых образовательных технологий**

При разработке предложений по дальнейшей структуризации проблематики новых образовательных технологий были учтены мнения и предложения 16 экспертов-аналитиков Федерального реестра, принявших участие в данной работе (информация об экспертах-аналитиках, принявших участие в разработке материала, представлена в Приложении 1).

Несмотря на наличие разных точек зрения, эксперты в целом согласились с предварительной структуризацией проблематики, взятой за основу данной работе и актуальностью выделенных направлений.

Тем не менее, некоторыми экспертами были сформулированы отдельные замечания и предложения.

Одно из важнейших предложений состоит в разделении технологий на группы в зависимости от целей структуризации – концептуальный (целенаправленный) подход, технологический (операционный) подход или научно-методологический (теоретический) подход.

При концептуальном (целенаправленном) подходе предлагается выделять следующие основополагающие современные концепции: «непрерывное образование (образование на протяжении всей жизни)», «обучение на рабочих местах», «информальное образование» и др.

При технологическом (операционном) подходе технологии предлагается группировать отдельно по каждой концепции с учетом организационных и технологических особенностей доставки и преподавания образовательного материала, в том числе E-learning, Collaborative Learning, массовые открытые онлайн-курсы и пр.

При научно-методологическом (теоретическом) подходе бихевиоризм, когнитивные исследования и нейронаука выступают в качестве фундаментальных научных подходов (по мнению многих экспертов – конкурирующих), исходя из достижений (установок) каждого из которых разрабатываются конкретные технологии в рамках технологического подхо-

да под конкретные задачи в рамках концептуального (целенаправленного) подхода. Например, на основе фундаментальных достижений нейронауки могут быть разработаны технологии Collaborative Learning для развития обучения на рабочих местах.

Второе предложение состоит в том, чтобы не выделять новые информационные технологии в образовании в качестве отдельного направления, поскольку возможности информационных технологий могут и должны использоваться для широкого круга целей (непрерывное образование, персонализация образования и пр.), а сами решения в этой области могут использовать достижения фундаментальных научных исследований в области нейронауки, когнитивных наук, бихевиоризма.

Также эксперты предлагают не объединять в одно направление образовательные технологии, основанные на достижениях бихевиоризма, и образовательные технологии, основанные на достижениях когнитивных наук, так как эти подходы имеют разное направление: бихевиоральный подход направлен на формирование умений и навыков, а когнитивный – на общее когнитивное развитие обучающегося и формирование у него целостной картины мира и когнитивных схем. Когнитивная образовательная технология строится на моделях восприятия, обработки информации и познания, а обучение в русле бихевиоризма основано на «подкреплении» ответной реакции.

При этом многими экспертами отмечается, что хотя бихевиоризм продолжает на протяжении десятилетий оставаться «модным» направлением западной науки, серьезных достижений в этой области (по крайней мере, применительно к сфере образования) не наблюдается.

Похожее мнение, хотя менее единодушно, высказывается экспертами и относительно когнитивных исследований применительно к сфере образования.

При этом большинством экспертов, принявших участие в данной работе, признается перспективность нейронауки в части получения новых знаний для разработки принципиально новых подходов, моделей и технологий в области образования. Соответствующее направление в настоящее время оформляется в самостоятельное направление научных исследований – образовательную нейронауку (Educational Neuroscience, Neuroeducational Research).

Перспективность данного направления для России определяется двумя основными факторами.

Во-первых, принципиально новые достижения в развитии образования, способные серьезно повлиять на развитие человеческого капитала в стране и повысить его международную конкурентоспособность, а также международную конкурентоспособность российской системы образования, могут быть получены, в основном, именно на уровне фундаментальных исследований (нейронаука, когнитивные науки, бихевиоризм). Но, во-вторых, в отличие, от конкурирующих направлений, образовательная нейронаука – это действительно новое направление в мировой науке, в котором, с одной стороны, еще не обозначились мировые лидеры, с другой стороны – у России есть определенный задел, что дает нам шанс занять достойную нишу в этом направлении.

Мнение экспертов во многом подтверждается и данными SciVal: за период 1996–2013 гг. в Scopus проиндексирована всего 41 публикация, относящаяся к тематике образовательной нейронауки, при этом действительно серьезная публикационная активность в этой области началась лишь с 2009 года. И хотя среди указанной 41 публикации нет ни одной российской, явный лидер в этом направлении пока также не просматривается (незначительное количественное преимущество наблюдается у исследователей из США и Великобритании).

И, наконец, несмотря на неоднозначное мнение экспертов о перспективности когнитивных исследований применительно к сфере образования, отдельными экспертами отмечается перспективность междисциплинарного направления

«когнитивная нейронаука» (Cognitive Neuroscience), которое они склонны в большей степени относить к нейронауке, нежели к когнитивным наукам.

Резюмируя предложения экспертов, можно предложить следующий подход к структуризации проблематики новых образовательных технологий.

Первый уровень – научно-методический (теоретический):

- образовательная нейронаука (в том числе, Brain-Targeted Teaching Model);
- когнитивные исследования в образовании;
- бихевиоризм в образовании.

На стыке образовательной нейронауки и когнитивных наук выделяется когнитивная нейронаука в образовании (в том числе, программированное обучение).

Второй уровень – концептуальный (целенаправленный):

– непрерывное образование (образование на протяжении всей жизни), в том числе непрерывное образование и переподготовка сотрудников компаний (обучение на рабочих местах), непрерывное инклюзивное образование инвалидов и пр.;

- персонализация образования;
- компетентностный подход в образовании;
- информальное (неформальное) образование.

Третий уровень – технологический (операционный):

- умное обучение (Smart Education);

- менторное обучение (Mentored Learning);
- смешанное обучение (Blended Learning);
- практико-ориентированные технологии подготовки инженерных кадров;
- образовательный ретренинг;
- Collaborative Learning;
- дистанционное образование;
- открытые образовательные ресурсы (Open Educational Resources, OER), в том числе массовые открытые онлайн-курсы.

Отдельно выделяются информационные технологии в образовании, разработка которых не входит непосредственно в сферу компетенции педагогов, но определяется запросами теоретиков и практиков сферы образования исходя из фундаментальных достижений образовательной науки (первый уровень) с учетом целей и концепций (второй уровень) под конкретные задачи (третий уровень). Среди наиболее актуальных направлений разработки информационных технологий в образовании экспертами выделяются:

- технологии дистанционного образования, в первую очередь – M-Learning;
- обучающее программное обеспечение, разработанное на принципах игрового программного обеспечения, обучающие симуляторы;
- самосовершенствующиеся программы;
- технологии на базе Moodle;
- применение облачных технологий в образовании.

Схематично предложения экспертов по структуризации проблематики новых образовательных технологий представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Предложения по структуризации проблематики новых образовательных технологий

## **Предложения по формированию программы государственной поддержки развития нового поколения образовательных технологий**

Предложения экспертов по формированию программы государственной поддержки развития нового поколения образовательных технологий можно обобщить следующим образом.

1. В настоящее время существует много подходов к классификации образовательных технологий. В их основе – разные признаки и критерии группировки технологий. Достаточно четкая и объективная классификация отсутствует – в разных классификациях одна и та же технология может быть отнесена к разным группам. В этой связи целесообразно формирование представительной и междисциплинарной (педагоги, психологи, программисты и пр.) экспертной группы по разработке оптимальной классификации образовательных технологий.

2. В настоящее время и в ближайшем будущем основная новизна образовательных технологий связана и будет связана с развитием фундаментальных знаний о функционировании человеческого мозга (нейронаука) и информационно-телекоммуникационных технологий, поэтому основной упор в государственной организационной и финансовой поддержке развития новых образовательных технологий предлагается сосредоточить на этих направлениях.

Основным направлением реализации Educational Neuroscience в ближайшее время будет являться экстраполяция уже имеющихся знаний о психологии и физиологии ребенка, критических этапах физиологического и психологического развития ребенка и его познавательных потребностей для формирования развивающих образовательных программ.

В качестве инициатив для государственной поддержки могут быть выделены психологическая и физиологическая диагностика (исследования) обучающихся с целью реализации индивидуального подхода в образовании.

Особую ценность могут иметь лонгитюдные исследования, позволяющие оценить динамику развития человека и влияние на него применяемых образовательных технологий.

3. Актуальна государственная поддержка развития «экспериментальных площадок» – технологического оснащения оснащения общеобразовательных школ и исследовательских центров, вовлеченных в процессы тестирования и сопоставительной оценки эффективности (безопасности) новых образовательных технологий.

Это, помимо прочего, позволит оценить сравнительную эффективность технологий, разработанных на основе разных теоретических платформ – нейронаучной, когнитивной, бихевиоральной.

Необходимо также собственно развитие методов оценки и диагностики результативности применяемых технологий, проведение широкомасштабных и лонгитюдных исследований.

3. Актуальна дальнейшая государственная поддержка по развитию моделей и технологий непрерывного образования, в том числе моделей и технологий непрерывного инклюзивного образования инвалидов, а также постоянного повышения квалификации сотрудников государственных органов, государственных компаний, компаний с государственным участием, преподавательского (профессорско-преподавательского) состава учебных заведений на всех ступенях образования.

4. Целесообразно продолжение государственной поддержки развития моделей и технологий реализации компетентностного подхода в профессиональном образовании, в том числе разработки и внедрения практико-ориентированных технологий подготовки инженерных кадров в рамках ФГОС ВПО 3+.

5. Не являются принципиально новыми, но остаются актуальными технологии смешанного обучения, в связи с чем целесообразно продолжение государственной поддержки их разработки и внедрения на всех ступенях образования.

6. Отдельные эксперты заявляют о необходимости государственной поддержки разработки единой платформы для внедрения Smart Education федеральными университетами, национальными университетами и другими университетами, включенными в различные сетевые взаимодействия.

7. Рядом экспертов заявляется о необходимости комплексной государственной поддержки разработки и внедрения принципиально новых программ обучения иностранным языкам (прежде всего – английскому) в средней школе, включая новые подходы, модели, методическое и программное обеспечение, серьезную переподготовку преподавательского состава, использование TOEFL в качестве образца для выпускного экзамена (с точки зрения концепции, программного обеспечения, требований к уровню владения языком).

## Приложение 1

### Информация об экспертах-аналитиках Федерального реестра экспертов научно-технической сферы Минобрнауки России, принявших участие в разработке материала

	ФИО	ученая степень	ученое звание	организация	должность
1	Буров В.А.	канд. псих. наук	–	Институт философии РАН	старший научный сотрудник
2	Гуляихин В.Н.	д-р филос. наук	доцент	ВолГУ	заведующий кафедрой социальной работы и педагогики
3	Загидуллина М.В.	д-р филол. наук	профессор	ЧелГУ	директор Института гуманитарного образования
4	Зайцев Д.В.	д-р соц. наук	профессор	Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина	профессор кафедры социологии, социальной антропологии и социальной работы
5	Катермина В.В.	д-р филол. наук	профессор	КубГУ	профессор кафедры английской филологии
6	Ковальчук Ю.А.	д-р экон. наук	доцент	РГРТУ	профессор
7	Кузнецов А.Н.	канд. пед. наук	доцент	АПКиППРО	профессор кафедры иностранных языков и культуроведения
8	Куницына Н.Н.	д-р экон. наук	профессор	Северо-Кавказский федеральный университет	заведующая кафедрой денежного обращения и кредита
9	Маслова Ж.Н.	д-р филол. наук	доцент	СГУ имени Н.Г. Чернышевского	профессор
10	Михалкина Е.В.	д-р экон. наук	профессор	Южный федеральный университет	заведующая кафедрой управления человеческими ресурсами
11	Нагорнова Ж.В.	канд. биол. наук	–	ИЭФБ РАН	научный сотрудник

12	Нежметдинова Ф.Т.	канд. филос. наук	доцент	Казанский ГАУ	заведующая кафедрой философии и права
13	Новиков А.В.	д-р пед. наук	доцент	ФКУ НИИ ФСИН России	главный научный сотрудник центра исследования проблем исполнения уголовных наказаний и психологического обеспечения профессиональной деятельности сотрудников УИС
14	Петров А.В.	д-р соц. наук	доцент	СПбГУ	профессор
15	Шемякина Н.В.	канд. биол. наук	–	ИЭФБ РАН	научный сотрудник
16	Яркова Т.А.	д-р пед. наук	профессор	ТГСПА им. Д.И.Менделеева	заведующая кафедрой педагогики и социального образования

