



**ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ,
ПОЛУЧЕННЫЕ В 2019–2020 ГОДАХ
В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫХ АКАДЕМИЙ НАУК
НА 2013–2020 ГОДЫ, ГОТОВЫЕ
К ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ**

ИНФОРМАЦИОННЫЙ СБОРНИК
МОСКВА

УДК 001

ББК 72

В12

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ	5
ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ	14
НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	59
ЭНЕРГЕТИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ, МЕХАНИКА И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ	82
ХИМИЯ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ	85
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	101
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	121
МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	127
НАУКИ О ЗЕМЛЕ	147
ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ	256
ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ	283
ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	288
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ	296
ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ	318

ВВЕДЕНИЕ

В книге приведён обзор результатов академических институтов, полученных в ходе реализации Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы и имеющих свою документально подтверждённую готовность к практическому применению.

Представленные результаты свидетельствуют, что в отечественной фундаментальной науке по направлению технологического прорыва имеются значительные научные заделы. Проведённый Академией анализ показал, что академические институты выполняют широкий спектр фундаментальных исследований как в части получения новых знаний, так и по научному обеспечению реализации стратегических приоритетов страны.

Книга подготовлена Информационно-аналитическим центром «Наука» РАН на основе материалов отделений РАН по областям и направлениям науки, возглавляемых академиками-секретарями:

- академиком РАН Козловым В.В. (Отделение математических наук);
- академиком РАН Щербаковым И.А. (Отделение физических наук);
- академиком РАН Красниковым Г.Я. (Отделение нанотехнологий и информационных технологий);
- академиком РАН Лагерьковым А. Н. (Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления);
- академиком РАН Егоровым М.П. (Отделение химии и наук о материалах);
- академиком РАН Кирпичниковым М.П. (Отделение биологических наук);
- академиком РАН Ткачуком В.А. (Отделение физиологических наук);
- академиком РАН Глико А.О. (Отделение наук о Земле);
- академиком РАН Смирновым А.В. (Отделение общественных наук);
- академиком РАН Тишковым В.А. (Отделение историко-филологических наук);
- академиком РАН Стародубовым В.И. (Отделение медицинских наук);
- академиком РАН Лачугой Ю.Ф. (Отделение сельскохозяйственных наук);
- академиком РАН Дынкиным А.А. (Отделение глобальных проблем и международных отношений).

В подготовке книги принимали участие:

Заместитель президента РАН

чл.-к. РАН, д.э.н., к.т.н. Иванов В.В. (руководитель)

Информационно-аналитический центр «Наука» РАН:

ак. РАН, д.т.н. Кузнецов В.В.,

к.т.н. Арменский А.Е., к.т.н. Захаров В.Г., Данилевич А.Г., Черных О.И., Маринина Р.А., Нелидов В.В., Сентищев И.И., Тереников С.В.

Организационно-техническое и информационное сопровождение:

Джалюкова А.Д., Ковалева А.А., Павлова О.В., Першина Е.В.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

1. Инструмент проведения фаззинг тестирования ИСП Фаззер (свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019660716, № 2019661047)

Краткое описание.

ИСП Фаззер – инструмент проведения фаззинг тестирования. Позволяет осуществлять динамический анализ ПО. Обнаруживает ошибки или закладки как при наличии, так и при отсутствии исходного кода. Способен проводить фаззинг тестирование встроенных устройств (контроллеры, устройства интернета вещей), а также сервисов и COM-объектов ОС Windows.

Основные характеристики и возможности:

- осуществление фаззинг тестирования через различные источники внешних данных (файл, аргументы командной строки, стандартный поток ввода, аргументы переменных окружений, сеть);
- возможность добавления пользовательских мутационных преобразований (для генерации новых входных данных и увеличения эффективности тестирования);
- наличие модулей пред- и постобработки входных данных для осуществления константных преобразований над данными перед их отправкой в анализируемое ПО;
- поддержка многопоточного анализа как на одной машине, так и на распределённых;
- поддержка пользовательских плагинов отправки данных по сети (плагины позволяют осуществлять взаимодействие с клиентским или серверным ПО и отправлять мутированные данные);
- совместная работа с дизассемблером IDAPRO;
- возможность проведения анализа серверного и клиентского ПО, работающего по протоколам с состояниями и без состояний;
- лёгкая расширяемость и добавление новых методов в рамках существующей инфраструктуры; оперативная адаптация под новые задачи.

Область возможного использования.

Инструмент фаззинг тестирования необходим на всех этапах разработки, тестирования и эксплуатации ПО. Подходит компаниям, которые нацелены на разработку ПО с высокой степенью надёжности и безопасности. Кроме того, ИСП Фаззер можно использовать для реализации обеспечительных мер ГОСТ Р 56939-2016 (при необходимости сертификации ПО для использования на территории России).

Степень готовности разработки к практическому применению.

Инструмент готов к практическому применению и внедрён в компаниях АО «НПО РусБИТех», «Код безопасности» и МВП «Свемел», а также задействован в осуществлении проекта в области анализа и кибербезопасности программ, который реализуются ИСП РАН совместно с Институтом индустриально-технологических исследований Тайваня (ITRI).

Возможный технический и/или экономический эффект от внедрения.

Применение позволит предотвратить ущерб, связанный с возможной эксплуатацией ошибок, а также с возникновением неполадок в работе ПО.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Инструмент решает те же задачи, что и ведущие мировые аналоги (Synopsys Codenomicon, beSTORM, PeachFuzzer), однако более удобен для российских компаний в условиях процесса импортозамещения.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019660716, № 2019661047.

Разработчик – ИСП РАН.

2. Инструмент для анализа свойств бинарного кода Трал (зарегистрирован в Едином реестре российского ПО, рег. номер 5323)

Краткое описание.

Трал – уникальный промышленный инструмент для анализа свойств бинарного кода. Позволяет работать с кодом различных целевых процессорных архитектур. Не требует наличия отладочной информации и исходных кодов. Применяется для анализа всего программного стека от загрузчика до прикладного ПО. Способен работать с ОС семейства Windows и Linux; кроме того, поддерживается возможность работы с неопознанной ОС и с кодом, работающим вне ОС.

Основные характеристики и возможности:

- модульная архитектура среды (позволяет расширять набор поддерживаемых целевых платформ и развивать функциональное наполнение среды);
- поддержка автоматизации анализа с помощью сценариев и открытого API (предоставляет возможность интегрировать среду с другими инструментами: IDAPro и Wireshark);

- глубокий анализ. В частности, для анализа достаточно наличия лишь исполняемого бинарного кода. В основе подхода – динамический анализ по трассам выполнения, при необходимости дополняемый статическим анализом снимков памяти. Подход, реализованный в среде, невосприимчив к большинству известных приёмов противодействия. Инструмент осуществляет точный анализ потоков данных, учитывающих особенности аппаратуры (конвейер команд, прерывания, трансляция виртуальных адресов, DMA), а также интерактивное восстановление блок-схемы алгоритма, основанное на построении срезов информационных потоков;

- высокая производительность (параллельный анализ с высокими показателями масштабируемости на многоядерных рабочих станциях, а также возможность анализа длительных сценариев работы анализируемой системы).

Развитый графический интерфейс.

Область возможного использования.

Инструмент может использоваться в лабораториях, проводящих анализ вредоносного кода, в компаниях-разработчиках встраиваемого ПО и компонентов ОС, а также в сертификационных лабораториях.

Степень готовности разработки к практическому применению:

– инструмент полностью готов к практическому применению.

Возможный технический и/или экономический эффект от внедрения:

– инструмент позволяет проводить анализ всего программного стека в целях повышения уровня безопасности ПО, таким образом, предотвращая ущерб, вызванный работой небезопасных систем.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Аналогичные технологии разрабатываются в рамках научно-исследовательских проектов в области анализа бинарного кода. В отличие от них, Трал доработан до промышленного использования.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Зарегистрирован в Едином реестре российского ПО, рег. номер 5323 (<https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/149996/>).

Разработчик – ИСП РАН.

3. Облачная среда Asperitas на базе открытых технологий, предназначенная для кратковременных вычислений с большими доступными ресурсами (Единый реестр российского ПО, рег. номер 5921)

Краткая характеристика основных технических параметров.

Asperitas – облачная среда на базе OpenStack, Kubernetes и Ceph. Предназначена для кратковременных вычислений с большими доступными ресурсами. Подход к развёртыванию облачной среды из локальных источников реализован в виде заранее подготовленной виртуальной машины, обладающей всеми необходимыми инструментами для запуска процесса развёртывания.

Asperitas входит в комплекс решений, разработанных в ИСП РАН для создания сервис-ориентированных ЦОД. Комплекс предоставляет возможность хранения данных и совершения сложных ресурсоёмких вычислений с использованием как контейнеров, так и виртуальных машин (в частности, предназначен для развёртывания облачных сред). В настоящее время комплекс представлен четырьмя решениями: облачная среда Asperitas, универсальный оркестратор, решение для управления виртуальными машинами VMEmpereor и платформа для организации web-лабораторий Fanlight.

Основные характеристики и возможности.

Asperitas предоставляет пользователям весь необходимый функционал:

– управление виртуальными сетями и вычислительными кластерами с использованием систем Keystone, Neutron, Nova (аналог Amazon EC2);

– блочное хранение данных, а также расширяемое объектное хранилище на основе распределённой файловой системы Ceph;

– управление контейнерными окружениями на базе Kubernetes.

Область возможного использования.

Облачная среда Asperitas может использоваться при решении самых различных классов задач, в том числе задач механики сплошных сред, а также при анализе больших данных и анализе программ на уязвимость. Кроме того, Asperitas отличается технологической безопасностью, предоставляя возмож-

ность воссоздания инфраструктуры в изолированной среде с полным контролем над ней за счёт использования открытых стандартов, свободного ПО и научных разработок ИСП РАН.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Облачная среда готова к практическому применению. Вычислительный кластер на базе Asperitas используется для анализа информационных потоков в технологии анализа социальных медиа Talisman и для работы других технологий ИСП РАН (в частности, для анализа ОС Android с помощью Svace). Реализован совместный проект с компанией Huawei (анализ больших графов с помощью технологий обработки больших данных), а также создана инфраструктура поддержки жизненного цикла ОС Tizen, позволяющая организовать процесс совместной разработки компонентов ОС и автоматизировать регулярную сборку и тестирование образов. Кроме того, осуществляется ряд работ при участии Минобрнауки РФ.

Возможный технический и/или экономический эффект от внедрения:

– позволяет проводить сложные ресурсоёмкие вычисления в надёжной и безопасной среде, тем самым повышая эффективность работы пользователей.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Asperitas развёрнута на базе открытых современных технологий (OpenStack, Kubernetes и Ceph), которые являются основными для построения больших частных облачных систем и объединяют их достоинства с плюсами научных разработок ИСП РАН.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Включена в Единый реестр российского ПО, рег. номер 5921.

Разработчик – ИСП РАН.

4. Теоретический анализ и численное моделирование параметров двухфазной паровой системы при её течении в канале и разработка устройства по измерению сухости пара

Авторы: д.т.н. Ступицкий Е.Л., Моторин А.А. (ИАП РАН); к.т.н. Каплан Б.Ю. (МИРЭА – Российский технологический университет).

Существует широкая область применения пара в теплоэнергетике, промышленности, при производстве стройматериалов, в нефтедобыче и нефтехимии. В связи с этим актуальным является вопрос сохранения и контроля сухости пара при его транспортировке по трубопроводам. Существующие в настоящее время подходы и оценки течения двухфазной пароводяной смеси в канале носят сугубо эмпирический характер и адаптированы к крупномасштабным системам.

В работе по данной теме были выполнены подробные теоретические исследования поведения температуры и процессов конденсации пара при движении в канале. Разработана численная методика решения моментных уравнений, полученных на основе функции распределения частиц конденсата по радиусу и его плотность по сечению канала (рис. 1А.). Это позволило разработать оригинальную схему конструкции для измерения сухости пара (рис. 1Б.) и при-

ступить к разработке устройства (рис. 2). В настоящее время ведётся работа по совершенствованию отдельных узлов макета и возможной его реализации в теплоэнергетике.

Разработчик – ИАП РАН, МИРЭА – Российский технологический университет.

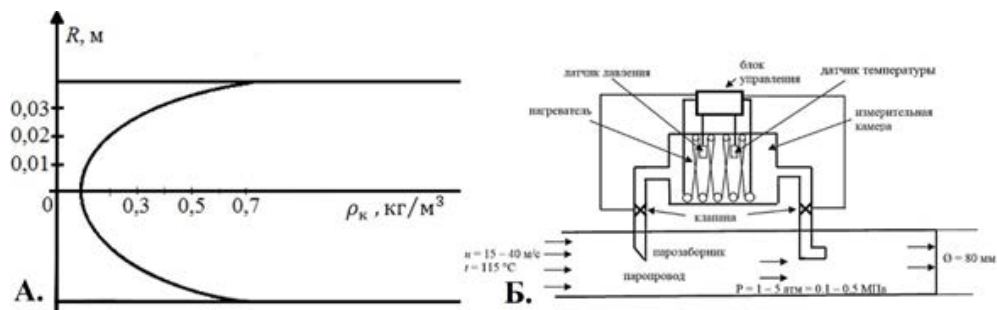


Рис. 1. А. Плотность капельного конденсата по сечению трубы;
Б. Схема конструкции устройства.

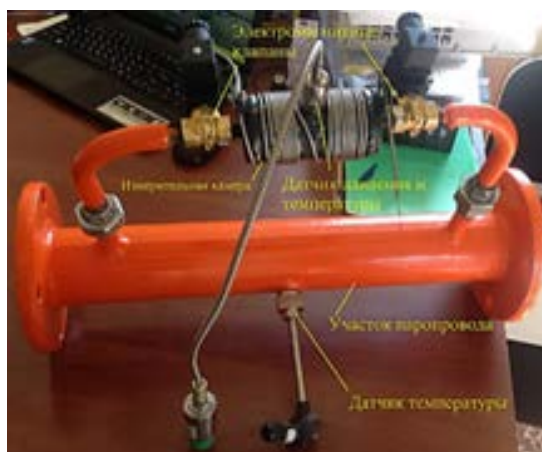


Рис. 2. Макет устройства

5. Программа для идентификации источников в нестационарных моделях адвекции-диффузии-реакции на основе операторов чувствительности по данным измерений типа изображений функции состояния модели

Программа зарегистрирована в Роспатенте,

Свидетельство о государственной регистрации № 2020660310 от 01.09.2020

Правообладатель: Пененко Алексей Владимирович

Краткая характеристика основных технических параметров.

В основе программы лежит алгоритм решения обратных задач с использованием операторов чувствительности. Оператор чувствительности строит-

ся на основе ансамбля решений сопряжённых уравнений модели. Программа позволяет, не решая обратную задачу, оценить вероятную эффективность её решения. Программа реализована на C++ и использует библиотеки Eigen, GNU GSL и NetCDF.

Область возможного использования.

Программа предназначена для обработки данных мониторинга качества (загрязнения) атмосферы и анализа данных микроскопии в контексте теории морфогенов в биологии. Программа позволяет по изображениям полей концентраций заданных химических веществ в финальный момент рассматриваемого отрезка времени, а также по временным рядам концентраций в заданных пространственных точках области оценить стационарную функцию источников для нестационарной двумерной по пространству модели адвекции-диффузии-реакции. Может быть использована в учреждениях науки, университетах и организациях, тематика которых связана с обработкой данных мониторинга и анализа изображений в терминах моделей адвекции-диффузии-реакции.

Степень готовности разработки к практическому применению; возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Для модифицированной модели химии атмосферы из [Stockwell, Goliff, JGR, 2002] и модели динамики морфогенов [Penenko et al., JBCB, 2019] в двумерной по пространству постановке полностью завершена. По требованию может быть реализована для других моделей процессов трансформации.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Аналогов не известно, хотя имеется ряд научных работ, где рассматриваются другие алгоритмы идентификации источников.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Исходный код является оригинальным.

Разработка опубликована, публикации:

Penenko, A. Convergence analysis of the adjoint ensemble method in inverse source problems for advection-diffusion-reaction models with image-type measurements // Inverse Problems & Imaging. – 2020. – V. 14. – P. 757-782. DOI: 10.3934/ipi.2020035.

Penenko, A.; Zubairova, U.; Mukatova, Z. & Nikolaev, S. Numerical algorithm for morphogen synthesis region identification with indirect image-type measurement data // Journal of Bioinformatics and Computational Biology, – 2019. – 17. – P. 1940002-1-1940002-18. DOI: 10.1142/s021972001940002x

Разработчик: ИВМиМГ СО РАН

6. Аппаратный ускоритель для расчёта распространения цунами на персональном компьютере

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработан и протестирован спецвычислитель на базе программируемых пользователем вентильных матриц (Field-Programmable Gate Array – FPGA), который в составе персонального компьютера позволяет с высокой производительностью численно моделировать распространение волны цунами.

Область возможного использования.

Разработанное программное обеспечение вместе с платой (рис. 3А.) предназначено для быстрой (за 1–2 минуты) оценки ожидаемых высот цунами у берега сразу после определения параметров источника цунами. Оно может быть использовано в локальных и региональных службах предупреждения цунами. Разработка может применяться в научных исследованиях, связанных с моделированием волн цунами (рис. 3Б.).

Степень готовности разработки к практическому применению; возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Разработка готова к практическому использованию. Она является альтернативой использования суперкомпьютера в данной сфере, что позволит сэкономить ресурсы.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Известных аналогов данной разработке в настоящее время нет. Учёт интенсивности потоков данных в численном алгоритме в совокупности с конвейерной организацией вычислений позволили достичь ускорения расчётов более чем в 200 раз по сравнению с моделированием на том же ПК без аппаратного ускорения [1].

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Исходный код является оригинальным.

Публикация:

– совместная разработка ИАиЭ СО РАН и ИВМиМГ СО РАН.

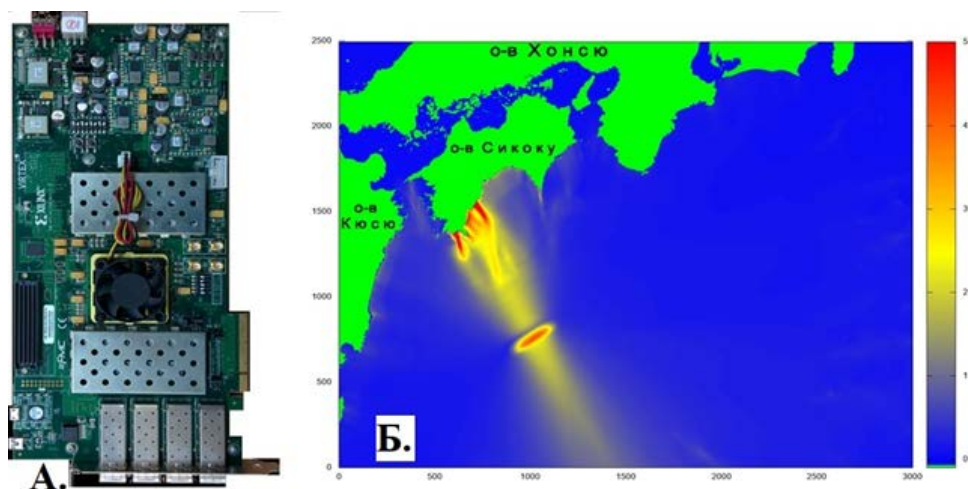


Рис. 3. А. Внешний вид платы с кристаллом FPGA Xilinx Virtex-7 VC709;
Б. Распределение максимумов высоты цунами в метрах от модельного источника длиной 150 км у южного побережья Японии (справа), рассчитанное по схеме МакКормака с применением спецвычислителя.

7. Комплексная Система Морских Ретроспективных расчётов и Прогнозов гидрометеорологических и ледовых характеристик

Разработана и внедряется в оперативную практику на базе ФГБУ ГОИН им. Н.Н.Зубова Росгидромета РФ комплексная Система Морских Ретроспективных расчётов и Прогнозов (СМРП) гидрометеорологических и ледовых характеристик.

Аннотация.

В основе разработанной системы лежит комплекс региональных моделей атмосферы (WRF и/или COSMO), морской циркуляции (на базе INMOM), динамики-термодинамики ледяного покрова (INMOM и/или CICE) и ветрового волнения (PABM и/или SWAN). Эта система позволяет проводить как ретроспективные расчёты, так и предоставлять оперативные анализы и прогнозы гидрометеорологических условий в исследуемой акватории. Вычислительный комплекс позволяет получить практически полный список гидрометеорологических характеристик, необходимых при проектировании гидротехнических сооружений, планировании хозяйственной деятельности, транспортировке грузов и др. СМРП успешно работает в оперативном режиме для акватории западных морей российской Арктики, Азовского моря и Керченского пролива, Каспийского моря, Балтийского моря.

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Дианский Н.А.

Разработчик: ИВМ РАН.

8. Создание цифровой семантической библиотеки по математике в рамках работ по реализации Единого цифрового пространства научных знаний

Сущность результата. В рамках работ по созданию Единого цифрового пространства научных знаний в ФИЦ ИУ РАН реализована цифровая семантическая библиотека по математике на основе программной среды разработки LibMeta (рис. 4). В основу информационной модели этой цифровой библиотеки положена электронная версия Математической энциклопедии (изд. Советская Энциклопедия, М., 1977), которая выступает как основной тезаурус цифровой библиотеки. Для неё установлены связи понятий, формул, авторов и т.д. Понятия «Энциклопедии на русском языке» связаны ссылками с англоязычным электронным изданием энциклопедии. Кроме того, в цифровую библиотеку загружены рубрикаторы MSC и UDC с проставленными связями между ними. В библиотеку загружены тезаурусы по обыкновенным дифференциальным уравнениям и специальным функциям. Загружены большие объёмы информации по упомянутым разделам математики: публикации (~4000), формулы (~5000), персоны (~3000), статьи математической энциклопедии (~6000).

Новизна решения заключается в том, что впервые на основе технологий и реализации LibMeta создана цифровая библиотека для такой сложной научной прикладной области, как математика.

Значимость решения состоит в том, что областью использования является создание цифровых библиотек для отдельных отраслей науки как компонентов Единого цифрового пространства научных знаний.

Разработка готова к практическому применению. Основные компоненты зарегистрированы в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатент). Технический эффект заключается в повышении эффективности разработки цифровых библиотек по науке благодаря использованию понятий высокого уровня. Среди известных разработок аналогов нет.

Библиотека доступна по ссылке <http://libmeta.ru/>

Авторы: д.ф.-м.н. Серебряков В.А., к.т.н. Атаева О.М.

Разработчик: ФИЦ ИУ РАН.



Рис. 4. Процесс создания цифровой библиотеки

ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

Высокопроизводительная запись термохимических лазерно-индуцированных периодических поверхностных структур на плёнках металлов

Впервые продемонстрировано формирование высокоупорядоченных термохимических лазерно-индуцированных периодических структур (ЛИППС) при воздействии сфокусированного астигматического гауссова пучка (рис. 5). Период структур в зависимости от условий облучения изменяется с 680 нм до 950 нм при использовании длины волны 1026 нм. Ориентация структур определяется направлением поляризации падающего линейно-поляризованного излучения. Максимальная скорость записи зависит от свойств металла, и в случае гафния составляет 3 мм/с, что при размере пучка 150 мкм даёт производительность 0,5 мм²/с. Показана возможность практического применения структур для создания элементов защитных голограмм. Исследованный метод формирования ЛИППС может быть применён для экономически эффективно синтеза амплитудных масок периодических структур, дифракционных решёток с большим периодом, для изменения оптических и физических свойств поверхностей (смачиваемость, коэффициент трения, электропроводность).

Разработчик – Институт автоматики и электрометрии СО РАН.

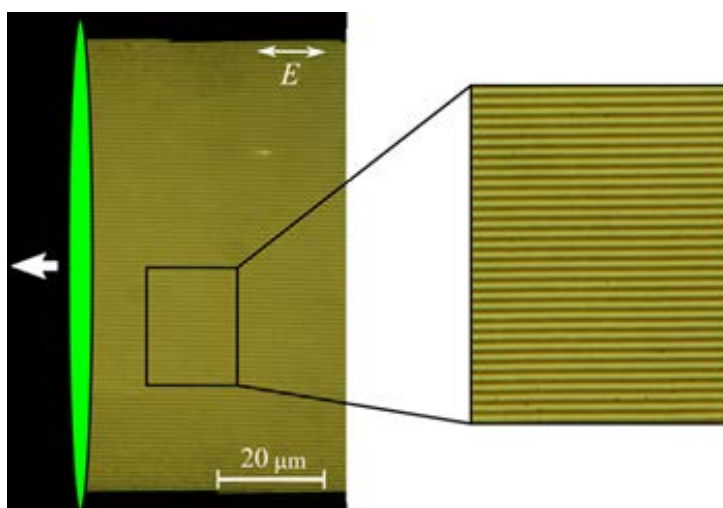


Рис. 5. Микроизображение ЛИППС, сформированное при воздействии гауссова пучка (зеленый эллипс). Стрелка на рисунке показывает направление сканирования пучка

Тулиевый волоконный лазер с управляемым самосканированием длины волны для задач спектроскопии атмосферы

Разработан импульсный тулиевый лазер с генерацией линейно-поляризованного излучения в области 1,92 мкм, в котором управление динамикой спектра осуществляется изменением уровня мощности накачки без использования специальных спектрально-селективных элементов. При малых и больших

уровнях происходит сканирование с уменьшением (ширина линии 30 МГц) и увеличением (ширина линии 150 кГц) длины волны соответственно, а при некотором среднем уровне мощности сканирование останавливается (рис. 6а). Длина волны остановки может быть зафиксирована в спектральном диапазоне от 1,912 до 1,923 мкм. Разработанный источник управляемого перестраиваемого узкополосного излучения обладает более простой конструкцией по сравнению с традиционными лазерами с использованием интерферометров или дифракционных элементов. Базовый принцип работы разработан и защищён патентом на изобретение № 2566385. Показана возможность применения лазера для спектроскопии паров воды в атмосфере (рис. 6б), что свидетельствует о высокой готовности к практическому применению. Экономический эффект от внедрения заключается в удешевлении устройств анализа параметров атмосферы более чем в два раза.

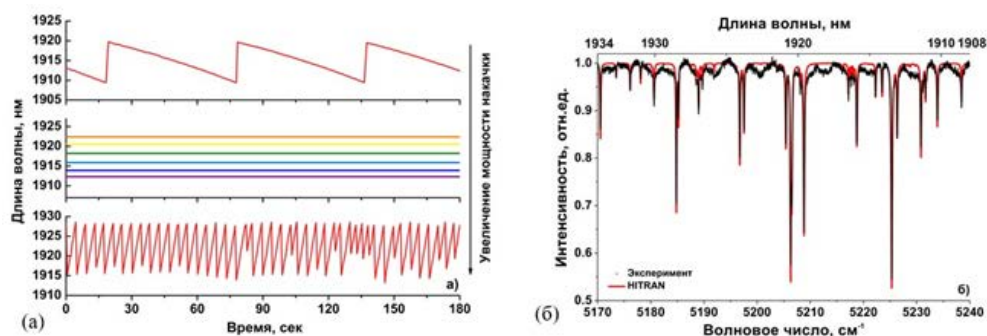


Рис. 6. (а) Изменение динамики длины волны с увеличением мощности накачки (от верхнего графика к нижнему). (б) Спектр пропускания воздушного промежутка 40 см, измеренный с помощью разработанного источника (черные точки) и рассчитанный с использованием системы HITRAN (красные линии).

Разработчик – Институт автоматики и электрометрии СО РАН.

Переносной лазерный деформометр на основе волоконно-оптического интерферометра

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработан переносной лазерный деформометр на основе волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера и разветвителя 3×3. Измерительная база деформометра – 1...10 м. Диапазон регистрируемых деформаций – 1 нм... 1 мм. Пороговая чувствительность – 1 нм. Диапазон регистрируемых частот – 0 (условно)...1000 Гц.

Область возможного использования.

Деформометр предназначен для применения в системах прогноза и предотвращения опасных горно-динамических явлений (горных ударов и техногенных землетрясений) при подземной разработке месторождений твёрдых полезных ископаемых в районах повышенной геодинамической активности и на больших глубинах (рис. 7).

Степень готовности разработки к практическому применению.

Разработан прототип устройства, установленный на руднике «Николаевский» г. Дальнегорск. На рис. 8 представлен выходной сигнал прототипа, зарегистрированный во время мониторинга.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Применение деформометра в системах прогноза и предотвращения опасных горно-динамических явлений позволит повысить точность прогноза, а также создаст основу для раскрытия механизма подготовки опасных геодинамических явлений.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Ближайшими аналогами являются лазерные интерферометры-деформографы, которые, являясь стационарными объектами с длиной базы от 20 до 100 м и более, представляют собой уникальные дорогостоящие приборы, которые не могут быть использованы для создания распределённых систем сейсмореформационного мониторинга шахт и рудников.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

В деформометре применяется ранее разработанный ИАПУ ДВО РАН чувствительный элемент, защищённый патентом РФ на полезную модель № 126820 от 12.11.2012.

Номер и наименование направления фундаментальных исследований по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы:

10. Актуальные проблемы оптики и лазерной физики, в том числе достижение предельных концентраций мощности и энергии во времени, пространстве и спектральном диапазоне, освоение новых диапазонов спектра, спектроскопия сверхвысокого разрешения и стандарты частоты, прецизионные оптические измерения, проблемы квантовой и атомной оптики, взаимодействие излучения с веществом.

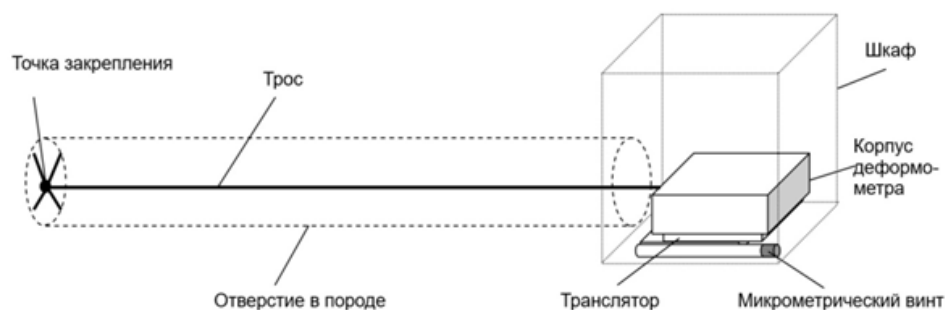


Рис. 7. Схема размещения деформометра на контролируемом объекте

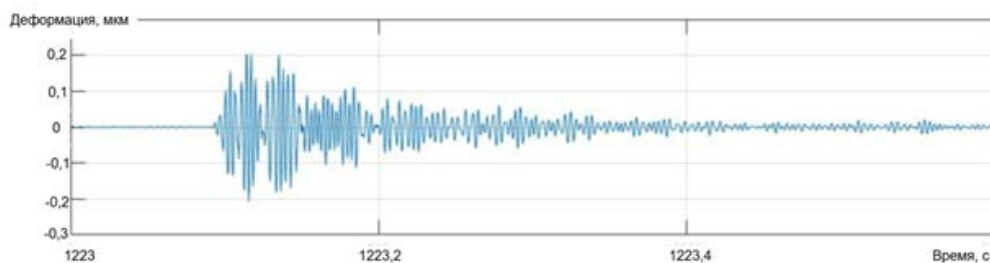


Рис. 8. Сигнал, регистрируемый деформометром на руднике при протекании деформационных процессов в горной породе

Разработчик: ИАПУ ДВО РАН.

Фитобоксы для растений

Краткая характеристика основных технических параметров.

Фитобоксы (рис.9) обеспечивают одинаковую облучённость света ≈ 150 мкмоль/с'м². В фитобоксах могут устанавливаться светильники, излучающие свет с различным спектром. Разработаны 5 типов СД-светильников, предназначенных для вегетации растений:

1 – светильник полного солнечного спектра, излучающий свет в диапазоне длин волн 400–730 нм;

2 – светильник, излучающий тёплый белый свет и имеющий два максимума излучения на длинах волн 440 и 590 нм, работающий в температурном диапазоне от 2700 К до 3200К;

3 – светильник солнечного спектра, излучающий свет в диапазоне длин волн 430-680 нм;

4 – светильник, имеющий процентное соотношение энергии света: 30% синего, 20% зелёного, 50% красного;

5 – светильник, имеющий два максимума излучения на длинах волн 440 и 640 нм с соотношением энергии света: 50% синего, 50 % красного.

Область возможного использования.

Фитобоксы можно использовать в научных исследованиях по изучению влияния света на морфогенез растений. Фитобоксы можно применять при выращивании растений в защищённом грунте, в тепличных хозяйствах, в частных хозяйствах.

Степень готовности разработки к практическому применению: полностью готова.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения: в зависимости от сферы применения от 10 до 500 млн руб./год.

Сравнительные характеристики с известными разработками: отличаются от российских и зарубежных аналогов меньшими габаритами и весом, большей функциональностью, более низкой себестоимостью изготовления.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.
Разработка защищена патентами РФ: № 2690647, № 2692648.
Разработчик: ИАПУ ДВО РАН.



Рис. 9. Фитобоксы

Создание и внедрение «Единого геоинформационного хранилища пространственных данных» ОАО «РЖД»

Для создания информационных систем дистанционного мониторинга в ИКИ РАН были разработаны и успешно внедряются и развиваются технологии UNISAT и GEOSMIS, обеспечивающие ведение распределённых, сверх-больших архивов спутниковых данных и построение веб-интерфейсов для онлайн-анализа и обработки этих данных соответственно.

В 2018–2019 годах АО «НИИАС» совместно с ИКИ РАН и АО «Транспутстрой» по заказу ОАО «Российские железные дороги» создал и ввёл в промышленную эксплуатацию платформу «Единое геоинформационное хранилище пространственных данных» (далее ЕГХ ПД) для обеспечения автоматизированной работы с данными ДЗЗ, основанную на этих технологиях (рис. 10).

Платформа реализует инфраструктурные решения по информационному обеспечению служб ОАО «РЖД» инструментами для работы с данными спутникового дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), включая метеорологические данные, данные о пожарах, информацию о типах поверхности Земли, и результатами их обработки путем организации автоматизированного получения, хранения, систематизации данных и публикации полученных результатов. В платформе реализованы специализированные инструменты по анализу данных, включая работу с моделями, а также средства, обеспечивающие интеграцию данных смежных систем.

Для обеспечения ЕГХ ПД оперативными и архивными спутниковыми данными в ИКИ РАН создана подсистема, предоставляющая данные на основе сервисной модели.

Разработчик: ИКИ РАН.

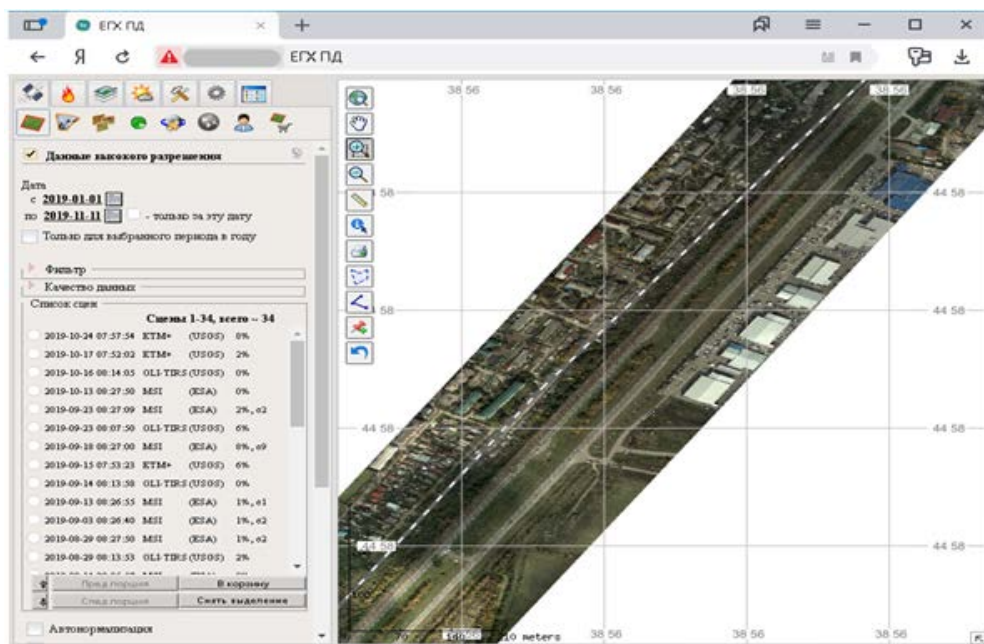


Рис. 10. Интерфейс ЕГХ ПД для работы с картографической информацией по спутниковым данным.

Многослойный электромагнитный экран

Широкое применение электроники в практике, создание сложной электронной аппаратуры, миниатюризация её в комплексах бортовой авиационной и космической техники и необходимость одновременного функционирования различных приборов устанавливают высокие требования к снижению взаимного влияния приборов и влияния внешних электромагнитных полей на её функционирование. Особенно это влияние проявляется в проблеме электромагнитной совместимости (ЭМС) в создаваемых комплексах научной аппаратуры на космических аппаратах. Одним из наиболее эффективных способов ослабления помех от различных электромагнитных полей и обеспечения правильного функционирования является применение экранирования. Важным также является необходимость экранирования вредного влияния электромагнитных полей создаваемой бытовой техникой.

Изобретение относится к конструкции многослойного экрана для защиты от электромагнитных полей в широком диапазоне частот и может быть использовано для обеспечения электромагнитной совместимости блоков в комплексах радиоэлектроники, преимущественно, при создании бортовых комплексов

аэрокосмического применения. Они могут быть использованы для защиты приборов электроники от внешних воздействий, а также экранирования электромагнитных полей бытовой техники (рис. 11).

Использование таких экранов практически не увеличивает габаритно-весовые характеристики изготавливаемых приборов.

Выполнены экспериментальные исследования с оценкой эффективности вариантов решения. Предложенная конструкция многослойного экрана была использована для устранения помех в сканирующей системе прибора MSASI для магниточистого японского космического аппарата ММО в составе проекта «Беги Колумбо», запущенного в 2018 году к Меркурию.

Патент РФ № 2646439 Многослойный электромагнитный экран. Авторы: Кораблев О.И., Котцов В.А. (ИКИ РАН), Грабчиков С.С., Труханов А.В. (ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»)

Разработчик: ИКИ РАН.

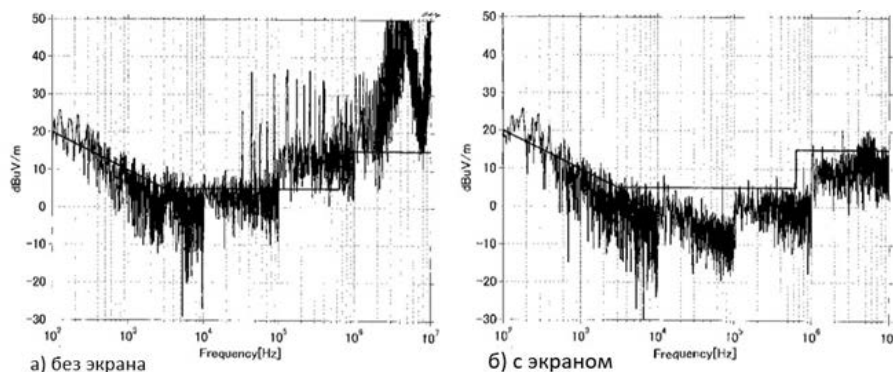


Рис. 11. Амплитудно-частотные характеристики электромагнитного излучения

Контролируемая литотрипсия

Разработана методика литотрипсии, обеспечивающая контролируемую фрагментацию камней мочевой системы без разбрасывания микробного содержимого в чашечно-лоханочной системе почки и ограничивающая распространение микрофлоры из биоплёнок, используя конвертор из сильно поглощающего излучения графитосодержащего покрытия на торце кварцевого световода. Этот метод обеспечивает фрагментацию камня по намеченной линии разлома за счёт высокой температуры на торце световода до 2000 К.

У пациентов с предполагаемым инфекционным генезом камней, знание их рентгеновской плотности позволяет ориентироваться в выборе лазера и методики дробления камней. Потенциально инфицированные камни с плотностью до 1400 НУ подлежат методике крупнофрагментарного удаления.

Предложенный способ контактной литотрипсии диодным типом лазера с использованием сильно разогретого дистального конца волоконного световода позволяет использовать разнообразные типы лазеров в качестве литотриптера, значительно упрощает и удешевляет технологию их изготовления.

Разработчик – ИПФ РАН. Авторы: Каменский В.А., Казаков В.В., Бредихин В.И., Битюрин Н.М. (ИПФ РАН), Стрельцова Н.М. (ПИМУ).

Высокоотражающие многослойные зеркала на основе алюминия для диапазона длин волн 400–600 Å

Для диапазона длин волн 400–600 Å разработаны, изготовлены и изучены многослойные зеркальные покрытия на основе Al. Обнаружено, что наивысшей стабильностью отражательных характеристик обладают Ru/Al и Mo/Al с защитным MoSi₂ покрытием. Наилучшим сочетанием отражательной способности и спектральной селективности обладают Sc/Al зеркала. Коэффициенты отражения лежат в диапазоне 25–43% при рекордно узкой спектральной полосе пропускания 40–63 Å. Наблюдается сглаживающий эффект тонких Si прослоек. Al/Sc/Si зеркала могут применяться как в лабораториях, так и в составе аппаратуры космического базирования (рис. 12).

Разработчик – ИПФ РАН. Авторы: В.Н. Полковников, Н.И. Чхало, С.Ю. Зуев, Н.Н. Салашенко, М.В. Свечников, Н.Н. Цыбин (ИФМ РАН).

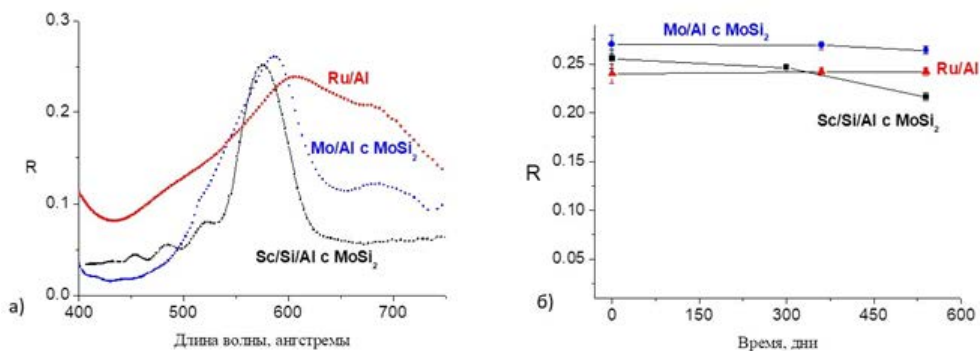


Рис. 12. а) Измеренные спектральные зависимости коэффициентов отражения Al-содержащих покрытий, оптимизированных на отражения вблизи длины волн 584 Å;

б) Изменение пикового коэффициента отражения Al-содержащих зеркальных покрытий на длине волны 584 Å при хранении образцов на воздухе

Новый метод спутникового мониторинга оптически сложных внутренних водоёмов с высокой пространственно-временной изменчивостью оптических свойств воды

Предложен метод спутникового мониторинга экологического состояния внутренних водоёмов (определяемого содержанием хлорофилла, растворённого органического вещества и взвеси) с высокой пространственно-временной изменчивостью биооптических характеристик воды. В его основе лежит выполнение судовых измерений унифицированного набора физических характеристик водоёма на минимальном временном интервале относительно спутниковой съёмки с высоким пространственным разрешением, недостижимым

ранее в подспутниковых станционных измерениях. Разработана региональная эмпирическая модель яркости водной поверхности, позволяющая восстанавливать характеристики воды в Горьковском водохранилище по данным съёмки со спутников Sentinel-2 и Sentinel-3 с учётом особенностей выбранного спутника и характеристик атмосферы над водоёмом. Метод опережает известные мировые исследования в этой области и является готовым к применению методом спутникового мониторинга качества вод внутренних водоёмов.

Краткая характеристика основных технических параметров: Возможно использование в любых внутренних водоёмах мезотрофного, эвтрофного и гипертрофного статуса с размерами, достаточными для разрешения космическими сканерами цвета.

Область возможного использования. Внутренние водоёмы Российской Федерации.

Степень готовности разработки к практическому применению. Предложенный метод готов к практическому применению. Для построения сезонных региональных алгоритмов оценки качества воды в выбранном водоёме требуются натурные измерения в течение 1–2 сезонов.

Возможность технического и (или) экономического эффекта от внедрения.

1) возможность адаптации предложенного метода под российские спутники, 2) возможность создания полностью отечественных систем дистанционного мониторинга качества вод внутренних водоёмов, 3) возможность обнаружения загрязнений в водоёме и береговых объектов-загрязнителей.

Сравнение характеристик с известными разработками. Разработка методов дистанционного мониторинга качества вод внутренних водоёмов ведётся повсеместно – от Азии до Америки. В основном это происходит для наиболее крупных и важных водных объектов. В Европе активно работает директива European Union Water Framework Directive (WFD), призванная классифицировать более 1000 внутренних водоёмов по оптическим свойствам воды, а также разработать алгоритмы дистанционного мониторинга качества воды и контроля её динамики. В России известны лишь единичные работы, направленные на мониторинг внутренних водоёмов с использованием средств космической съёмки. Все эти работы проводятся с использованием возможностей станционных измерений, что значительно уступает потенциалу предложенного нами метода.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: возможно получение патента на методику выполнения подспутниковых измерений, на региональные алгоритмы мониторинга качества воды в каждом водоёме.

Институт-разработчик: ИПФ РАН при участии ИО РАН и МГИ РАН. Авторы: Мольков А.А. (ИПФ РАН), Фёдоров С.В. (МГИ РАН), Пелевин В.В. (ИО РАН), Корчёмкина Е.Н. (МГИ РАН).

Параметры высоковольтных разрядов на лопастях винтов вертолёт и создаваемых ими электромагнитных помех

Исследованы параметры импульсного разряда, возникающего между электрически изолированными металлическими деталями лопастей вертолёт и

создающего помехи для бортовых радиостанций в диапазоне коротких и ультра-коротких волн. Причиной возникновения разряда является дифференциальная электризация вертолѐта в полѐте. В натурных и лабораторных экспериментах установлены диапазоны разрядных напряжений и токов, а также амплитудные и спектральные характеристики радиопомех, наводимых этими разрядами на бортовые антенны (рис. 13). Выполненные исследования позволяют сделать вывод о возможности изучения разрядных процессов на борту ЛА в лабораторных условиях методом имитационного моделирования. Лабораторные результаты достаточно хорошо согласуются с лѐтными измерениями, что позволяет рассматривать их как основу для расчѐта и проектирования радиотехнических систем вертолѐта, функционирующих в условиях электризации и связанных с ней радиопомех.

Институт-разработчик: ИПФ РАН; авторы: М.Е. Гущин, И.Ю. Зудин, С.В. Коробков, А.В. Костров, П.А. Микрюков, С.Э. Привер, А.В. Стриковский (ИПФ РАН), В.С. Сысоев (РФЯЦ – ВНИИТФ).

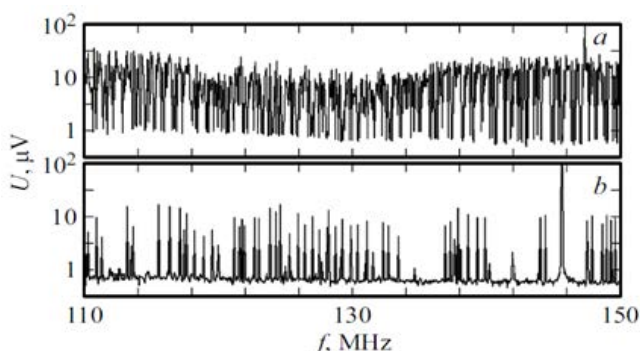


Рис. 13. Спектральные записи помех, наводимых на УКВ-антенну вертолѐта в полете; а -интенсивная радиопомеха, b – менее интенсивная помеха в форме последовательности непрерывающихся (одиночных) импульсов.

Система активной компенсации дискретных составляющих звуковых полей

Создана система активной компенсации звука во внешнем пространстве, работающая без опорного сигнала. Принцип её работы основан на создании группой управляемых излучателей компенсирующего поля, инверсного по отношению к полю первичного источника и формируемого на дискретных частотах, близких к частотам компенсируемого сигнала. Разработан алгоритм формирования компенсирующего поля в отсутствие сигнала обратной связи. Созданы действующие макеты и исследована эффективность системы компенсации. Для сосредоточенных источников звука эффективность составляла 12–18 дБ, для источников в виде переменных сил внутри упругой оболочки 4–6 дБ в широком диапазоне частот (рис. 14).

Институт-разработчик: ИПФ РАН; авторы: И.Ш. Фикс, П.И. Коротин, О.А. Потапов, Г.Е. Фикс.

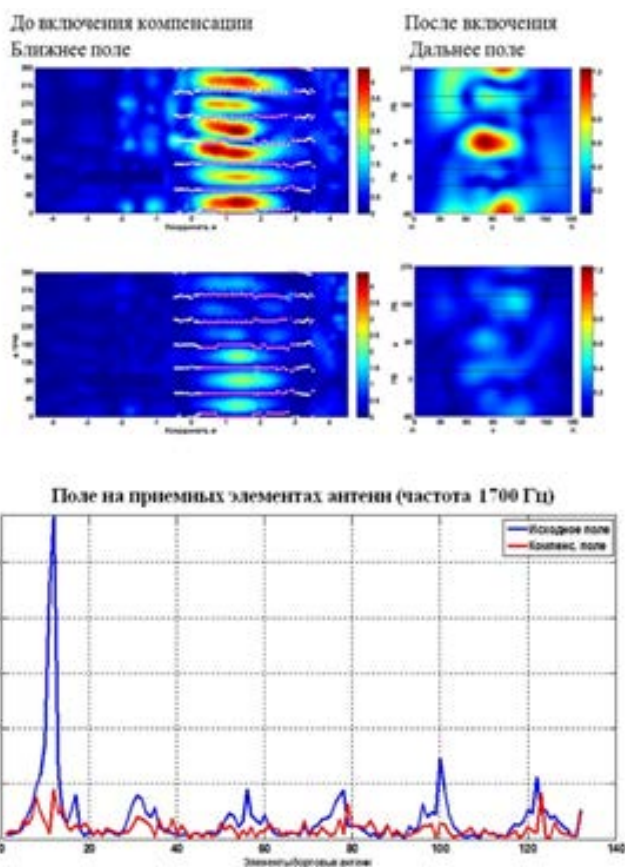


Рис. 14. Численный эксперимент (вверху) и результаты натурального эксперимента (внизу)

Возможности GPS/ГЛОНАСС для регистрации аварийных запусков космических аппаратов

С помощью сигналов GPS/ГЛОНАСС и разработанного ранее способа обнаружения взрывных возмущений ионосферы, вызванных запусками космических аппаратов (КА), проведено исследование возмущений полного электронного содержания (ПЭС) в ионосфере, вызванных неуспешными запусками КА с космодрома Байконур в 1999 году и с 2006 по 2016 год. По статистике 15 неуспешных запусков показали, что частично успешные запуски, во время которых КА выводятся на нерасчётную орбиту, вызывают возмущения ПЭС в форме одиночных импульсов, аналогичных возмущениям во время успешных запусков (рис. 15). Во время аварийных запусков, которые заканчиваются разрушением ракеты-носителя и КА на стадии выведения, наблюдаются возмущения ПЭС в форме волновых пакетов, характерные для взрывов. Указанный эффект обеспечивает возможность по данным зондирования ионосферы сигналами GPS/ГЛОНАСС определять, сопровождался ли аварийный запуск КА взрывом.

Краткая характеристика основных технических параметров: способ обнаружения аварийных запусков космических аппаратов (КА) основан на анализе формы ионосферного возмущения, вызванного запуском: возмущение в форме волнового пакета указывает на взрыв ракеты-носителя.

Область возможного использования: в системах дистанционного контроля запусков КА.

Степень готовности разработки к практическому применению: получен патент на изобретение.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения: дополнительная возможность использования GPS/ГЛОНАСС для выявления аварийных запусков КА, сопровождаемых взрывом.

Сравнительные характеристики с известными разработками: способ отличается тем, что по анализу формы ионосферного возмущения можно определить, сопровождался ли аварийный запуск КА взрывом.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Патент на изобретение № 2624911.

Институт-разработчик: ИСЗФ СО РАН, авторы академик Г.А. Жеребцов, д.ф.-м.н. Н.П. Перевалова.

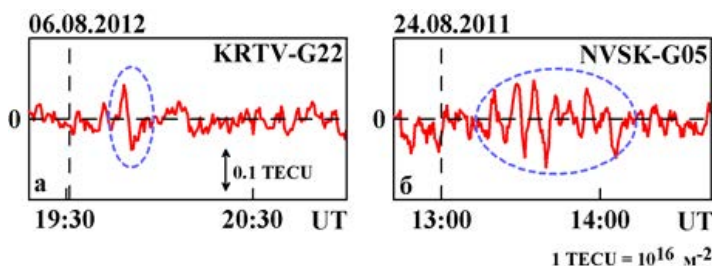


Рис. 15. Вариации ПЭС во время частично успешного запуска 6 августа 2012 г. (а) и аварийного запуска 24 августа 2011 г. (б). Вертикальным пунктиром отмечено время старта. Справа сверху указаны название станции GPS/ГЛОНАСС и номер спутника GPS.

Влияние давления на процесс сверхкритической углекислотной экстракции биологически активных веществ из *D. CAROTASUBSP. MARITIMUS*

Впервые установлено влияние давления на характеристики сверхкритических углекислотных экстрактов *D. carotasubsp. Maritimus*. Увеличение выхода экстрактивных веществ наблюдается при повышении давления процесса экстракции со 100 до 300бар, при котором достигается максимальный выход 2,986%. Извлекающая способность CO₂ является функцией давления при постоянной температуре и она четко влияет на природу и класс получаемых веществ. В экстрактах преобладают биоактивные геранилацетат, β-бисаболен и элемецин. Сравнительный анализ показал, что экстракты, полученные гидродистилляцией и методом сверхкритической углекислотной экстракции, довольно схожи и содержат практически одинаковые доминирующие вещества

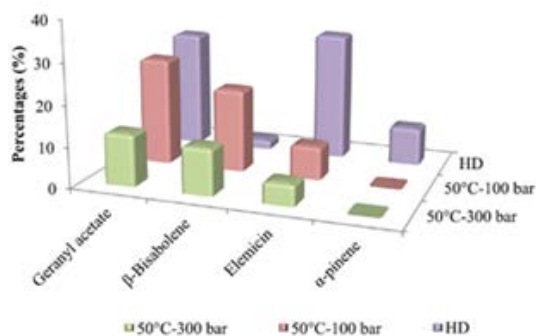


Рис. 16. Эффективность экстракции основных компонентов *D. carotasubsp. maritimus* методом гидродистилляции (HD) и СК CO₂ экстракции при давлениях 100 и 300 бар

(рис. 16). Однако сверхкритическая углекислотная экстракция давала лучший выход экстрактивных веществ, и она была более селективной по отношению к сесквитерпеновым углеводородам, чем гидродистилляция. Разработка может быть использована в фармацевтике и пищевой промышленности.

Разработчик: Институт физики ДФИЦ РАН, автор Алиев А.М.

Технология SPS синтеза сульфидной керамики

Разработана лабораторная установка искрового плазменного спекания (spark plasma sintering, SPS) для синтеза широкого спектра керамических и композиционных материалов на основе проводящих, полупроводниковых и диэлектрических порошковых композиций (рис. 17). Оптимизирована технология SPS спекания керамики на основе моносulfида самария (SmS) с плотностью, близкой к теоретической, и фазовым составом, идентичным составу исходной порошковой смеси. Сульфидная керамика, синтезированная в оптимальных условиях, по своим эксплуатационным характеристикам пригодна для её использования в качестве мишеней при магнетронном осаждении тонкоплёночных активных элементов на основе SmS для тензодатчиков, газовых сенсоров, термоэлектрических преобразователей и др.

Институт-разработчик: Институт физики ДФИЦ РАН совместно с НИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, авторы А.Ш. Асваров, А.К. Ахмедов, А.Х. Абдуев.

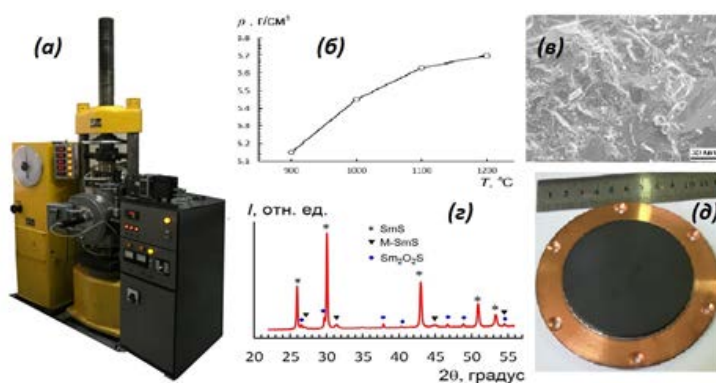


Рис. 17. Установка SPS синтеза (а); зависимость физической плотности керамики SmS от температуры SPS синтеза (б); данные XRD и SEM для керамики SmS, синтезированной при оптимальных условиях (г, д); фотография керамической мишени SmS для магнетронного распыления (д)

Сверхтвёрдые композиты на основе высших боридов вольфрама и хрома

Путём термобарической обработки порошковых смесей хрома, вольфрама и бора с алмазом и активирующими добавками синтезирован новый класс сверхтвёрдых материалов на основе высших боридов WB_5 -х и CrB_4 . Стехиометрия и структура пентаборида вольфрама уточнена по рентгеновским данным.

Композиты имеют модуль упругости около 500 ГПа и отличаются высокой термической устойчивостью на воздухе. Они могут применяться в качестве самостоятельного материала для резцов или рабочих элементов бурового инструмента, а также использоваться в сочетании с алмазным слоем и твёрдым сплавом. Лабораторные тесты подтвердили высокую износостойкость композитов на основе CrB_4 с алмазным слоем (рис. 18) при точении гранита.

Получение композитов без алмазного слоя при давлениях около 1,5 ГПа, а с алмазным слоем при давлениях 5,5–6,0 ГПа позволяет освоить их выпуск опытно-промышленными партиями.

Разработчик: ИФВД РАН совместно со Сколковским институтом науки и технологий и ООО «Газпромнефть НТЦ», авторы: В.В. Бражкин, В.И. Бугаков, И.П. Зибров И.П., В.П. Филоненко, А.Р. Оганов, А.Г. Квашнин, А.Я. Закиров, А.А. Осипцов.

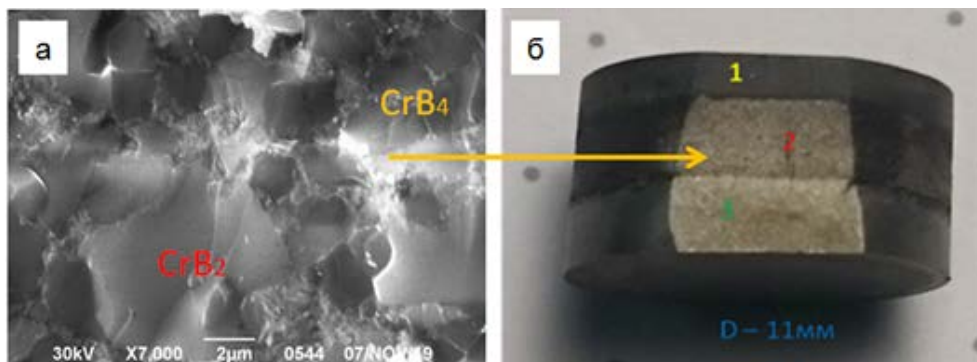


Рис. 18. Микроструктура боридного слоя (а) и фото трёхслойного композита для бурового инструмента: 1 – алмазный слой, 2 – слой CrB_4 - CrB_2 , твёрдый сплав WC-8C₆.

Низконапряжённые наноалмазы с одиночными SiV-центрами

На основе индуцируемых высокими давлениями и температурами превращений смесей органических и гетероорганических соединений, не содержащих традиционных металлов-катализаторов, получены наноразмерные алмазы с одиночными флуоресцентными SiV-центрами, характеризующиеся рекордно низкими степенями внутренних напряжений, высокой стабильностью фотолюминесценции, узкой шириной бесфононной линии фотолюминесценции, близкой к предельной, определяемой временем жизни возбуждённого состояния.

На основе анализа величин расщеплений основного и возбуждённого электронных уровней одиночных SiV-центров в наноалмазах (рис. 19а) показано, что основная масса получаемых наноалмазов характеризуется низкими и очень

низкими (< 20 усл. ед.) (рис. 19d) степенями внутренних напряжений. Работа демонстрирует возможность получения флуоресцентных наноалмазов с низкими степенями напряжений, контроля уровня этих напряжений и отбора однофотонных наноразмерных алмазных излучателей, отвечающих требованиям различных квантово-физических направлений их применения.

Институт-разработчик: ИФВД РАН совместно с Университетом г. Ульм (Германия), Университетом и Центром квантовых систем г. Сидней (Австралия), Университетом г. Тур (Франция).

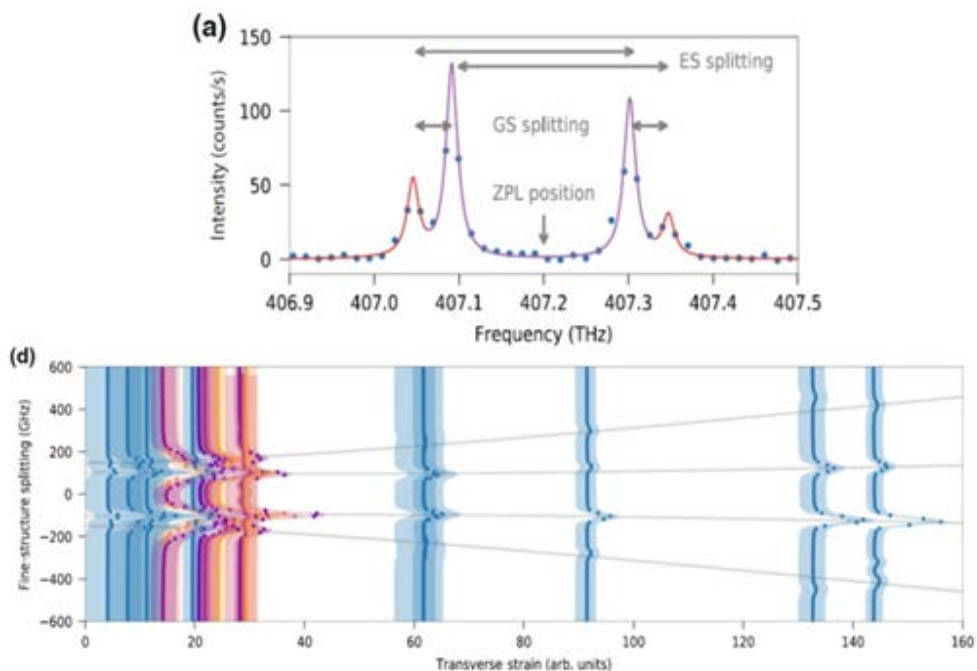


Рис. 19. Контроль напряжений наноалмазов с одиночными SiV-центрами

Источник неравновесной аргоновой плазмы на основе объёмного тлеющего разряда атмосферного давления

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработан эффективный газоразрядный источник пространственно-однородной неравновесной аргоновой плазмы (рис. 20). Плазма инициируется в неоднородном электрическом поле объёмного тлеющего разряда атмосферного давления. Источник содержит электродную систему из штыревых катодов и плоского анода с протоком газа в разрядном промежутке, высоковольтный источник питания и систему нагнетания газа. Плоский анод расположен параллельно катодной плате, штыревые катоды удерживаются на катодной плате и установлены по всей длине нагнетаемого газового потока перпендикулярно аноду и с плотностью заполнения один штыревой катод на площадь 1 см^2 платы, при этом радиус закругления острий торцевых срезов штыревых катодов

составляет 50 мкм, штыревые катоды нагружены на регулируемые в диапазоне 1–9 МОм балластные сопротивления, протяжённость разрядных промежутков между остриями штыревых катодов и плоскостью анода 1–2 см.

Области возможного использования.

Стерилизация/дезинфекция медицинского инструмента и принадлежностей, обеззараживание микроорганизмов (бактерий, спор, патогенной микрофлоры). Хранение, сушка, предпосевная обработка продукции сельского хозяйства (семян, овощей, фруктов, кормовых смесей).

Степень готовности разработки к практическому применению.

Патент № 2705791 RU Источник неравновесной аргоновой плазмы на основе объёмного тлеющего разряда атмосферного давления / А.П.Семенов, Б.Б. Балданов, Ц.В. Ранжуров // Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели». – 2019. – № 32.

Разработчик: ИФМ СО РАН, авторы: А.П. Семенов, Б.Б. Балданов, Ц.В. Ранжуров.

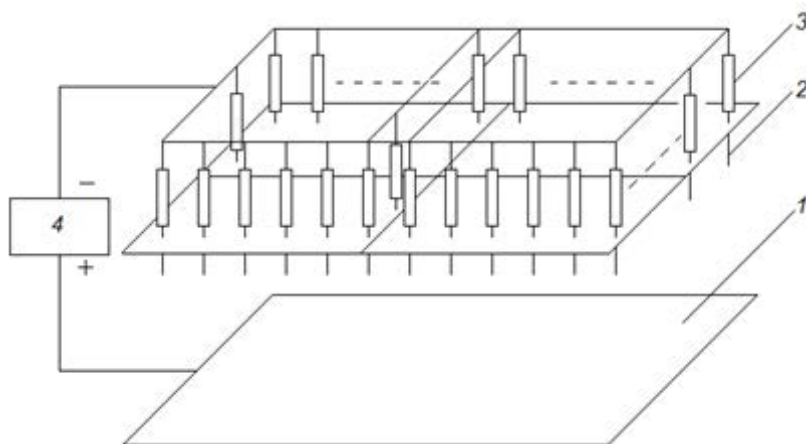


Рис. 20. Схема газоразрядного источника: 1 – анод; 2 – острые катоды; 3 – балластные сопротивления; 4 – высоковольтный выпрямитель

Методы радарной поляриметрии для исследования изменений механизмов обратного рассеяния в зонах оползней на примере обрушения склона берега реки Буря

Краткая характеристика основных технических параметров.

Сотрудниками Института физического материаловедения СО РАН совместно с учёными из НИИ «Аэрокосмос» и Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН предложены алгоритмы и технологии спутникового радиолокационного мониторинга оползневых зон при помощи методов интерферометрии и поляриметрии в см и дм диапазонах длин волн.

Области возможного использования.

Возможности показаны на примере оползня на реке Буря.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Результаты дистанционных радарных измерений размещены в сети Интернет в соответствии с современными тенденциями свободного пространства научных данных: <http://omdoki.nextgis.com/resource/103/display?panel=layers>.

Разработчик: ИФМ СО РАН совместно с Научно-исследовательским институтом аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС», ИРЭ РАН, авторы: академик РАН В.Г. Бондур, Т.Н. Чимитдоржиев, А.В. Дмитриев, П.Н. Дагуров, А.И. Захаров, Л.Н. Захарова.

Бесконтактный способ определения комплексной диэлектрической проницаемости жидкостей

Краткая характеристика основных технических параметров. Разработка позволяет бесконтактно (дистанционно) определять диэлектрическую проницаемость и проводимость жидких диэлектриков.

Области возможного использования: нефтегазовая и химическая промышленность.

Степень готовности разработки к практическому применению. Необходимо доработка алгоритмов для мгновенного определения параметров и создание базы данных отражательных способностей эталонных жидкостей.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Лидером по производству приборов, определяющих комплексную диэлектрическую проницаемость, является американская компания Agilent Technologies. Разработанные ею радиоспектроскопы относятся к приборам контактного типа, т.е. для измерения параметров необходимо опустить зонд (волновод) в тестируемую жидкость. Этот зонд является одноразовым. Цена зонда в 2012 году составляла порядка 200 тысяч рублей. В предлагаемом нами способе нет такого недостатка, и, соответственно, разработанные на его основе приборы не будут иметь ограничения на количество измерений.

Данный способ можно применить при контроле качества товарной нефти и её фракций, а также быстро определять электрофизические характеристики ядовитых, горючих жидкостей.

Сравнительная характеристика с известными разработками. Разработанный способ не уступает в точности измерений по сравнению с известными аналогами.

Патент № 2688825 RU Способ бесконтактного измерения комплексной диэлектрической проницаемости полупроводящих жидкостей / Е.Б. Атутов, Ю.Л. Ломухин, Б.В. Басанов // Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели». – 2019. – № 15.

Разработчик: ИФМ СО РАН, авторы: Е.Б. Атутов, Ю.Л. Ломухин, Б.В. Басанов.

Спектральный термоэллипсометрический комплекс для исследования и характеристики низкотемпературных процессов на поверхности ГЭС КРТ в процессе роста

Характеристика.

Комплекс предназначен для исследования и характеристики низкотемпературных процессов на поверхности гетероэпитаксиальных структур (ГЭС) кадмий-ртуть-теллур (КРТ) в процессе их выращивания в высоковакуумных технологических установках методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Принцип действия комплекса основан на быстром синхронном измерении спектральных зависимостей эллипсометрических углов методом спектральной эллипсометрии реального времени. Измерительная часть комплекса разработана на основе оригинальной быстродействующей статической схемы эллипсометрических измерений (Патент РФ №2302623).

Комплекс снабжён комплектом программного обеспечения для вычисления температуры растущего поверхностного слоя ГЭС КРТ, а также для определения его структурного совершенства, оптических констант и толщины.

Основные технические характеристики прибора:

- спектральный диапазон 350–1000 нм.
- спектральное разрешение 2 нм.
- время измерения полного спектра 15 сек.
- диапазон измеряемых температур 20–350 °С.
- погрешность измерения температуры ± 3 °С.
- размер зондируемого поля образца 5–8 мм.



Рис. 21. Спектральный термоэллипсометрический комплекс, установленный на установке МЛЭ КРТ «Обь-М»

Технико-экономические преимущества.

Благодаря высокой скорости измерений, наряду с хорошей точностью и низкой зависимостью от флуктуаций светового излучения, термоэллипсометрический комплекс позволяет эффективно контролировать температуру растущего слоя. При этом, в отличие от традиционных пирометрических систем, измеряет непосредственно температура поверхности.

Области применения.

Научные учреждения, а также промышленные предприятия высокотехнологичных областей производства, занимающиеся научно-исследовательскими и опытно-технологическими работами в области создания современных функциональных материалов полупроводниковой микро- и нанoeлектроники.

Уровень практической реализации.

Опытный образец (рис. 21).
Разработчик: ИФП СО РАН.

Устройство для отделения от подложки композитной структуры на основе полупроводниковой плёнки

Характеристика.

Устройство относится к технологии изготовления полупроводниковых приборов, в частности, к устройствам, специально предназначенным для изготовления или обработки полупроводниковых приборов, или приборов на твёрдом теле, или их частей и может быть использовано для отделения от ростовой подложки композитной структуры по жертвенному слою, изготовленной на основе сплошной эпитаксиальной плёнки полупроводниковых соединений АПБВ, характеризующейся большой площадью и малой толщиной (от 2 до 50 мкм), переноса её на вакуумный захват или на временный носитель.

Технико-экономические преимущества.

Предлагаемое устройство (RU 2 683 808 C1) для отделения от подложки композитной структуры на основе полупроводниковой плёнки (рис.22) решает техническую проблему предотвращения деградации качества композитной структуры с эпитаксиальной плёнкой полупроводниковых соединений A_3B_5 большой площади (диаметром от 100 мм или более) как в процессе отделения её от ростовой подложки, так и в процессе последующих манипуляций, включая перенос отделённой композитной структуры на фиксирующие приспособления технологического оборудования как в газовой, так и в жидкой среде, а также на временный носитель.

Достижимым техническим результатом является:

- устранение механических воздействий на отделяемую композитную структуру – отгибающих её края усилий с целью облегчения отделения структуры, приводящих к появлению упругих механических напряжений, обуславливающих значительную деформацию, приводящую к растрескиванию;
- предотвращение коробления, сохранение расправленного состояния композитной структуры при её отделении от оправки для переноса на фиксирующие приспособления технологического оборудования или на временный носитель;
- достижение сохранности эпитаксиальной плёнки как в процессе отделения композитной структуры от ростовой подложки, так и при последующем переносе композитной структуры на фиксирующие приспособления технологического оборудования или на временный носитель.

Тем самым достигается снижение технологических операций по отделению тонкой полупроводниковой плёнки в 2–3 раза, а, следовательно, и финансовые издержки.

Области применения.

Электроника, микроэлектроника, производство гибких солнечных элементов.

Уровень практической реализации: лабораторный макет.

Институт-разработчик: ИФП СО РАН.

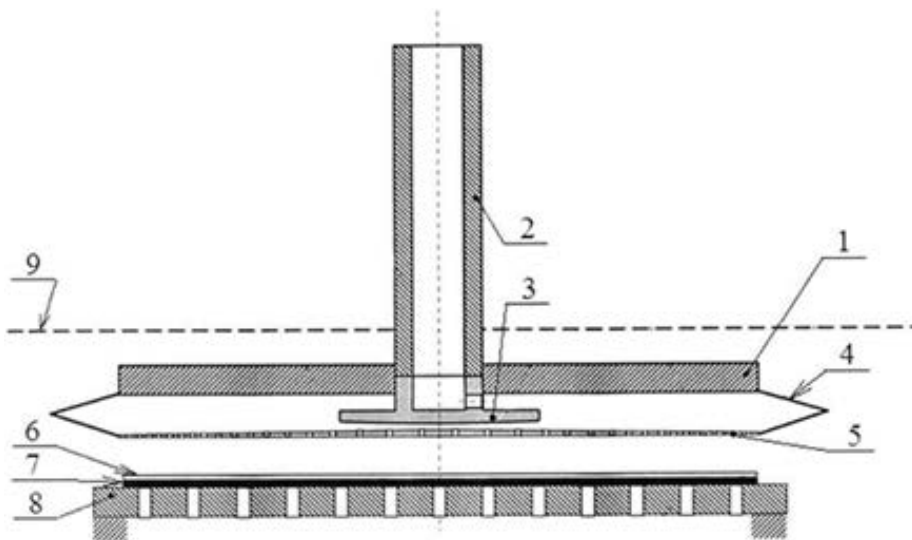


Рис. 22. Схема устройства для отделения от подложки композитной структуры на основе полупроводниковой плёнки. 1 – основание; 2 – дренажная трубка; 3 – упор; 4 – сильфон; 5 – мембрана-носитель; 6 – композитная структура; 7 – ростовая подложка; 8 – предметный столик; 9 – уровень травителя резервуара

Портативный универсальный газоанализатор на основе рамановского рассеяния с использованием полых фотонно-кристаллических световодов

Разработана и реализована конструкция портативного устройства на основе рамановского спектрометра и полого фотонно-кристаллического оптоволокна (рис. 23), позволяющая более чем на два порядка повысить уровень сигнала неупругого рассеяния света на различных газовых смесях, по сравнению с сигналом с открытого объёма газа. В настоящий момент получена количественная точность определения состава газовой смеси на уровне 0,5%, а предел чувствительности ~300 ppm (part per million) для любых многоатомных газов, включая органические и неорганические, в том числе неактивные в ИК-поглощении (водород, хлор, фтор). Предложены варианты дальнейшего увеличения чувствительности системы, что позволит использовать её для онлайн-мониторинга состава газовых смесей с концентрацией компонентов до 100 ppb.

Возможное применение – экологический мониторинг атмосферы, сфера безопасности, медицинские анализы. Внедрение данного вида газоанализатора экономически целесообразно ввиду его неселективности, высокой точности определения (сравнимой с хроматографической), отсутствия расходных материалов.

Подготовлена заявка на изобретение: «Портативный универсальный газоанализатор многокомпонентных смесей на основе волоконно-усиленного рамановского рассеяния».

Разработчик: ИФТТ РАН; авторы А.Б. Ваньков, С.И. Губарев, В.Е. Кирпичев, Е.Н. Морозова, М.Н. Ханнанов, Л.В. Кулик, И.В. Кукушкин.

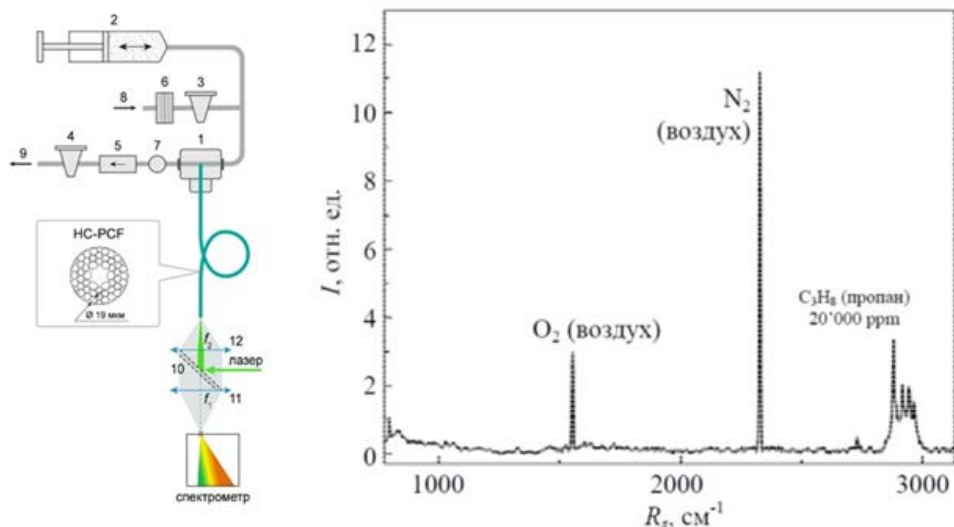


Рис. 23. Конструктивная схема оптоволоконного рамановского газоанализатора и спектры рамановского рассеяния света, полученные от смеси пропана и воздуха

Сапфировые игловые капиллярные облучатели для внутритканевой доставки лазерного излучения в терапии и хирургии опухолей

Разработаны инструменты для локального лазерного облучения при терапии и хирургии опухолей путём лазерной интерстициальной термотерапии и фотодинамической терапии. Облучатель представляет собой прозрачный для излучения сапфировый капилляр с закрытым с одной стороны каналом, в котором расположено кварцевое волокно, присоединённое к источнику лазерного излучения или к спектрометру (рис. 24). Разработанный метод выращивания сапфировых капилляров позволяет получать кристаллы с поверхностями, которые не требуют обработки, а также прецизионно формировать закрытый конец капилляра. Сформирован набор облучателей для получения пучков излучения с требуемой диаграммой направленности, включая облучатель с диффузором. Облучатели обеспечивают улучшенный контроль распределения излучения в ткани и выделяемого тепла, обладают существенно расширенным диапазоном допустимой мощности лазерного излучения по сравнению с аналогами, могут применяться для различных задач онкологии и хирургии.

Разработчик: ИФТТ РАН совместно с Сеченовским университетом, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ИОФ РАН, Саратовским государственным университетом.

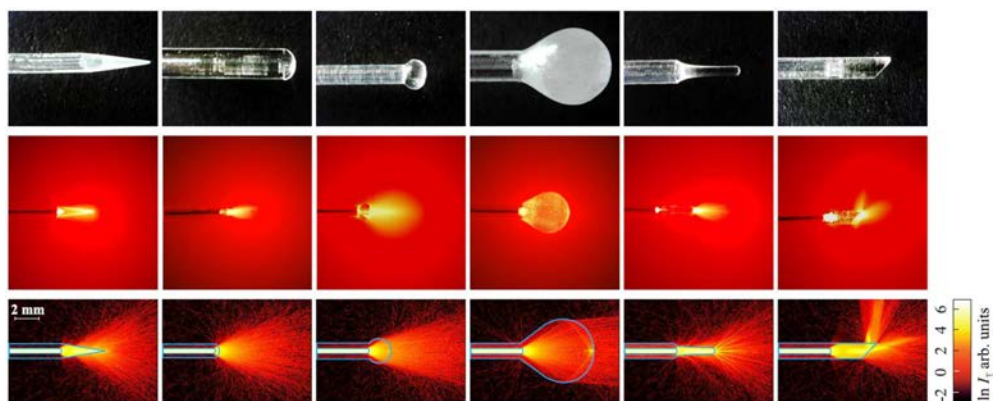


Рис. 24. Сапфировые игловые капиллярные облучатели для внутритканевой доставки лазерного излучения

Улучшенный гамма-локатор для экспрессной локализации злокачественных узлов в процессе хирургической операции

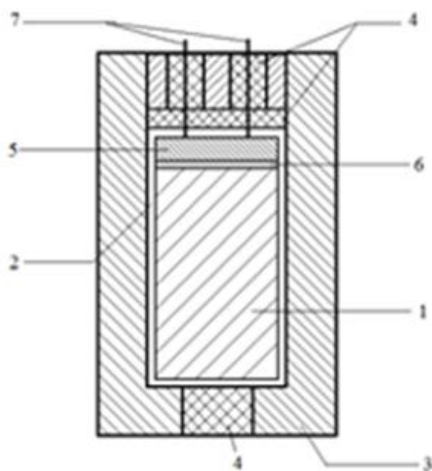


Рис. 25. Схема чувствительного элемента улучшенного гамма-локатора для экспрессной локализации злокачественных узлов: 1 – сцинтилляционный кристалл; 2 – светоотражающее покрытие; 3 – герметичный контейнер из тяжёлого металла, одновременно выполняющий функции коллиматора гамма-излучения; 4 – герметизирующий клей; 5 – твёрдотельный фотоумножитель; 6 – оптически прозрачный клей; 7 – герметизированные электрические контакты

Разработан прецизионный гамма-локатор для экспрессной локализации злокачественных узлов при хирургических операциях по удалению опухолей (рис. 25, рис. 26). Главные преимущества гамма-локатора по сравнению с зарубежными и отечественными аналогами данного назначения: благодаря применению для детектирования гамма-излучения упрочнённых сцинтилляционных кристаллов на основе бромида лантана, разработанных в ИФТТ РАН, высокая чувствительность сочетается с надёжностью и неприхотливостью прибора; коллиматор из тяжёлого металла, необходимый для точности локализации, одновременно служит защитным корпусом, что значительно уменьшает габариты и вес гамма-локатора; многоступенчатая световая и звуковая сигнализация позволяет хирургу быстро и точно определять расположения злокачественных клеток, не отрывая взгляда от скальпеля. Опытные образцы гамма-локатора испытывались в ведущих



онкологических клиниках, представивших положительные отзывы об удобстве и точности прибора.

Разработчик: ИФТТ РАН, авторы: Орлов А.Д., Классен Н.В., Шмурак С.З., Кедров В.В., Шу Э.Д., Чувалова К.А.

Рис. 26. Общий вид гамма-локатора (вверху) в сравнении с авторучкой (внизу)

Импульсный генератор рентгеновского излучения

В ИЭФ УрО РАН создан импульсный генератор рентгеновского излучения напряжением 300 кВ с отпаянной трубкой для комплексов непрерывного рентгеновского контроля потока объектов.

Основные технические характеристики рентгеновского генератора:

- максимальное напряжение: 320 кВ;
- длительность импульса излучения: 25 нс;
- импульсная мощность дозы на расстоянии 500 мм от фокусного пятна: 40 Гр/с;
- максимальная частота следования импульсов: 1000 Гц;
- тип накопителя энергии: индуктивный с полупроводниковым прерывателем тока;
- тип рентгеновской трубки: взрывоэмиссионная с металлодиэлектрическим катодом.

Возможными областями применения генератора являются научные исследования быстротекущих процессов в оптически непрозрачных средах, промышленный контроль качества, сортировка продукции, перемещаемой по конвейерной ленте со скоростью до 10 м/с, с пространственным разрешением не хуже 2 п.л./мм.

Отличительной особенностью данного комплекса в сравнении с комплексами, оснащёнными термоэмиссионной рентгеновской трубкой, является облучение объекта исследования единичным импульсом рентгеновского излучения наносекундной длительности, доза которого достаточна для выполнения полного цикла регистрации приёмником излучения. Анодный ток трубки при взрывной электронной эмиссии достигает значений нескольких сот ампер, а пиковая мощность, при напряжении 300 кВ, превышает 10 МВт, что позволяет получать дозу, необходимую для работы приёмников излучения, за один импульс длительностью менее 100 наносекунд. Таким образом, достигается регистрация динамически подвижных систем с высоким пространственным разрешением. Так, при движении объекта со скоростью 10 м/с его перемещение при экспозиции 100 нс составит всего 1,0 мкм.

Регистрация рентгеновского изображения осуществляется либо с помощью динамических плоскопанельных детекторов, обладающих скоростью работы

до 200 к/с, либо системы на основе цифровых скоростных видеокамер, обеспечивающих скорость съёмки до 12500 к/с и быстрых рентгенолюминофоров, например, CsI:TI, интенсивность послесвечения которого снижается до уровня 0,13 от интенсивности свечения в момент прекращения возбуждения люминесценции за 100 мкс.

Разработчик: ИЭФ УрО РАН, автор к.т.н. Корженевский С.Р.

Получение тонкостенных труб из иридия с применением магнитно-импульсного прессования и спекания нанодисперсного порошка

Краткая характеристика основных технических параметров. Радиальным магнитно-импульсным прессованием с магнитным давлением амплитудой 100–120 МПа и длительностью импульса около 100 мкс и последующим спеканием в водороде при 1000 °С получены трубчатые изделия из чистого 99,99 % поликристаллического иридия с субмикронной зёрненной структурой ($\langle d \rangle = 0,3$ мкм) и относительной плотностью до 99 %. Внешний вид изделий приведён на рис. 27.

Область возможного использования. Трубчатые изделия из иридия могут быть использованы в различных областях техники, например, в качестве газовых сопел, высокотемпературных электродов или сопел для производства керамического огнеупорного волокна.

Степени готовности разработки к практическому применению. Получены экспериментальные образцы.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Ускорение и удешевление технологии изготовления тонкостенных трубчатых изделий из иридия благодаря исключению этапов электронно-лучевой плавки или вакуумной дуговой переплавки заготовок, изготовления тонкостенного листового проката и сварки шовных труб.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Похожие характеристики поликристаллического компактного материала могут быть достигнуты при статическом прессовании давлением более 1000 МПа. Использование активного к спеканию наноразмерного порошка иридия высокой чистоты позволяет сохранять зёрненную структуру компактного материала в субмикронном диапазоне и обеспечивать практически полную плотность при пониженной на несколько сотен градусов температуре спекания в сравнении с традиционными подходами.

Средний размер кристаллитов в спечённых образцах составлял 0,3 мкм, что соответствует значительно меньшему размеру зерна с более высокой плотностью в сравнении с образцами, полученными при холодном изостатическом прессовании и спекании иридиевого сплава с легирующими добавками 4 ат. % Zr и 0,3 ат. % W.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Известны запатентованные разработки в области холодного изостатического прессования нанопорошка иридия. Конструкция пресс-формы, разработанная для данных изделий, патентоспособна.

Разработчик: ИЭФ УрО РАН, автор: к.ф.-м.н. Паранин С.Н.

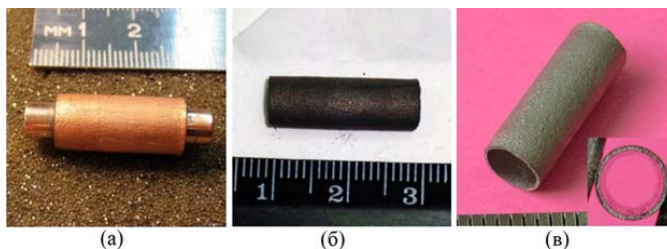


Рис. 27. Внешний вид компакта в оболочке (а), извлечённого компакта (б), спечённого изделия (в).

Исследованы и разработаны мишенные технологии для получения большого количества продукта и радиохимические методики для селективного выделения ^{117}mSn из облученных мишеней сурьмы или устойчивого интерметаллического соединения TiSb

Завершена работа, выполнявшаяся совместно с Брукхейвенской национальной лабораторией (БНЛ, США), по исследованию возможности получения медицинского радионуклида олово-117м на ускорителях протонов различных энергий. Олово-117м – чрезвычайно перспективный радионуклид, который можно использовать одновременно для диагностики и терапии (тераностика) как онкологических, так и некоторых сосудистых заболеваний. В процессе распада олово-117м испускает γ -кванты с энергией 159 кэВ, что идеально для диагностики, и одновременно – конверсионные электроны с низкой энергией, что выгодно для проведения векторной терапии. Этот радионуклид также имеет удобный период полураспада – 14 дн.

Данная работа базировалась на ранее проведённых экспериментальных и теоретических фундаментальных исследованиях закономерностей образования изомерных радионуклидов. В ходе этой работы измерены сечения образования ^{117}mSn , примесного ^{113}Sn и целого ряда других радионуклидов в мишенях, содержащих сурьму (как природного изотопного состава, так и обогащённую по ^{123}Sb или ^{121}Sb) в широком диапазоне энергии протонов. Многие из полученных значений сечений определены впервые, а некоторые – хорошо соответствуют данным других авторов (рис. 28.). Облучения мишеней проводили на пучке протонов с энергией 160 МэВ и ниже на линейном ускорителе ИЯИ РАН (Троицк), а также на ускорителе И-100 ИФВЭ (Протвино). На основе этих исследований показано, что за 7–10 дн. облучения природной сурьмы протонами с энергией 55 МэВ можно получить 15–20 ГБк ^{117}mSn с содержанием ^{113}Sn не превышающим допустимый уровень 0,3%, и поэтому такой продукт пригоден для медицинского применения. А в случае использования в качестве мишени обогащённой сурьмы ^{123}Sb при энергии протонов 88 МэВ можно набирать в три раза больше ^{117}mSn приемлемого качества.

Разработаны мишенные технологии для получения большого количества продукта и радиохимические методики для селективного выделения ^{117}mSn из облучённых мишеней сурьмы или устойчивого интерметаллического со-

единения TiSb [2,3]. Радиохимическая переработка на этой основе успешно испытана в БНЛ (США) и ГНЦ ФЭИ (Обнинск). Получаемый продукт проходит клинические испытания в США и также перспективен для тераностики в медицинских учреждениях России.

Институт-разработчик: ИЯИ РАН.

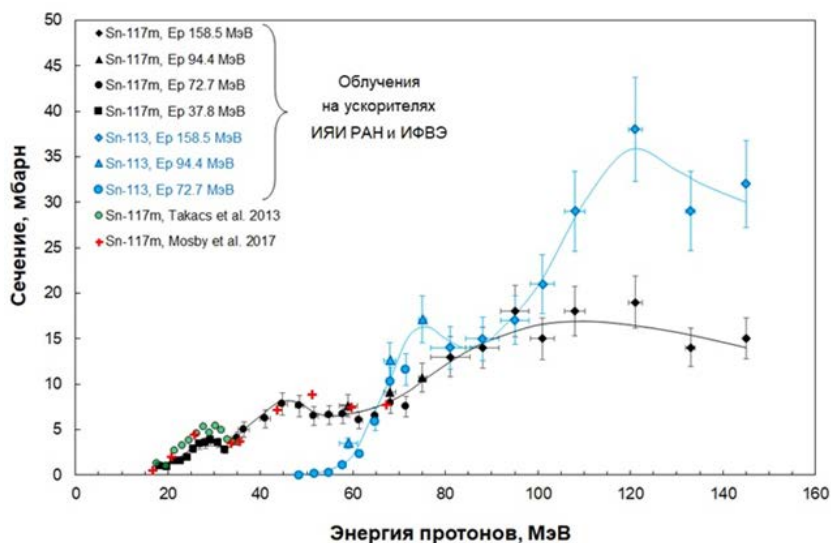


Рис. 28. Экспериментальные сечения образования ^{117m}Sn и ^{113}Sn в сурьме природного изотопного состава, полученные в данной работе и другими авторами

Разработка и создание измерителей формы сгустков ускоренных частиц

В ИЯИ РАН продолжались работы по разработке и созданию измерителей продольного распределения плотности заряда в сгустках, ускоренных для ведущих российских и зарубежных ускорительных центров. В частности, закончена разработка технического проекта измерителя для прототипа начальной секции сильноточного линейного ускорителя тяжёлых ионов проекта DERICA ОИЯИ. Измеритель предназначен для измерений на пучках тяжёлых ионов и имеет фазовое разрешение лучше одного градуса. Трёхмерная модель разработанного измерителя приведена на рис. 29.

Разработчик: ИЯИ РАН.

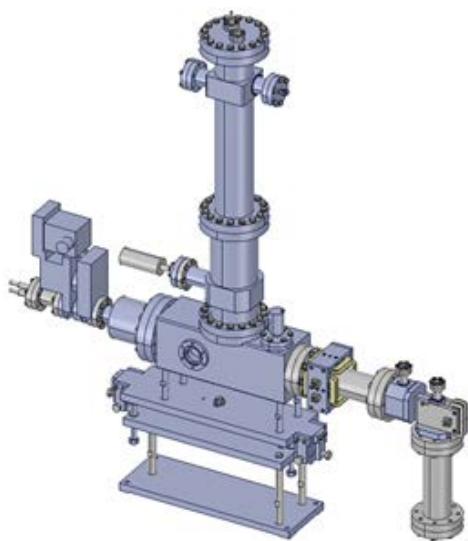


Рис. 29. Трёхмерная модель разработанного измерителя

Разработка компактного линейного ускорителя протонов прикладного назначения

Завершена разработка физико-технического обоснования – эскизного проекта – начальной части компактного линейного ускорителя протонов прикладного назначения. Ускоритель в целом разрабатывается для ускорения протонов до максимальной энергии ~ 230 МэВ со средним током пучка до 50 наноампер и возможностью быстрого, за время 20 миллисекунд, изменения энергии выходного «карандашного» пучка в диапазоне от 70 МэВ до 230 МэВ. Задачей начальной части является формирование сгустков протонов с малым фазовым объемом и их ускорение до энергии перевода в основную часть ускорителя, использующую компактную ускоряющую структуру СВЧ-диапазона с высоким темпом ускорения. Особое внимание уделено сбалансированности предлагаемых решений, надежности в эксплуатации, доступности и мотивированной реализуемости оборудования ускорителя в промышленности.

Разработчик: ИЯИ РАН.

Сверхпроводящие 54-полюсные вигглеры на основе косвенного охлаждения с полем 3.5 Тл и периодом 48 мм

Разработаны, изготовлены и прошли полный цикл приёмочных испытаний два сверхпроводящих 54-полюсных вигглера с полем 3.5 Тл и периодом 48 мм, работающих на принципе косвенного охлаждения (рис. 30).

В конструкции впервые был применён алюминиевый сплав для улучшения режима охлаждения магнита. Для повышения технологичности и механической точности вакуумная камера была изготовлена также из алюминиевого сплава методом экструзии. Был впервые использован метод повышения эффективности охлаждения магнита до рабочей температуры с помощью азотных тепловых трубок в режиме управляемого автоматического отключения компрессоров холодильных машин для предотвращения преждевременного замерзания азота.



Рис. 30. Сверхпроводящие 54-полюсные вигглеры с полем 3.5 Тл и периодом 48 мм, работающие на принципе косвенного охлаждения, во время приёмочных испытаний

Данные вигглеры установлены на специализированный Курчатовский Источник Синхротронного Излучения (КИСИ, г. Москва) с энергией электронов 2,5 ГэВ. В ближайшее время начнётся запуск и отладка работы вигглеров в режиме генерации излучения в наиболее востребованном для экспериментов диапазоне фотонов с критической энергией 14,5 КэВ.

Разработчик: ИЯФ СО РАН.

Исследование структурно-фазового состава сварных соединений на основе Al и Ti

Лазерная сварка является одним из наиболее перспективных методов в сравнении с другими методами сварки разнородных материалов, данный метод не требует применения дополнительных материалов, специальной обработки кромок, а также обладает высокой скоростью сварки. Такой метод за счёт малого диаметра сфокусированного излучения позволяет получать тонкую диффузионную зону, в которой образуются интерметаллические соединения, варьировать ширину данной зоны за счёт перемещения лазерного излучения и тем самым изменять механические характеристики получаемых разнородных сварных соединений. Применение уникальных свойств синхротронного излучения позволило выявить фундаментальные закономерности формирования микро- и наноструктуры шва, определить основной фазовый состав (рис. 31). На станции 4-го канала синхротронного излучения от накопителя ВЭПП-3 впервые исследован структурно-фазовый состав лазерных сварных соединений разнородных материалов на основе Ti и Al, что позволило изменить режим сварки и увеличить прочность разнородного сварного шва в 2,5 раза.

Разработчик: ИЯФ СО РАН, совместно с ИТПМ СО РАН; авторы: А. И. Анчаров, А.Г. Маликов, А. М. Оришич.

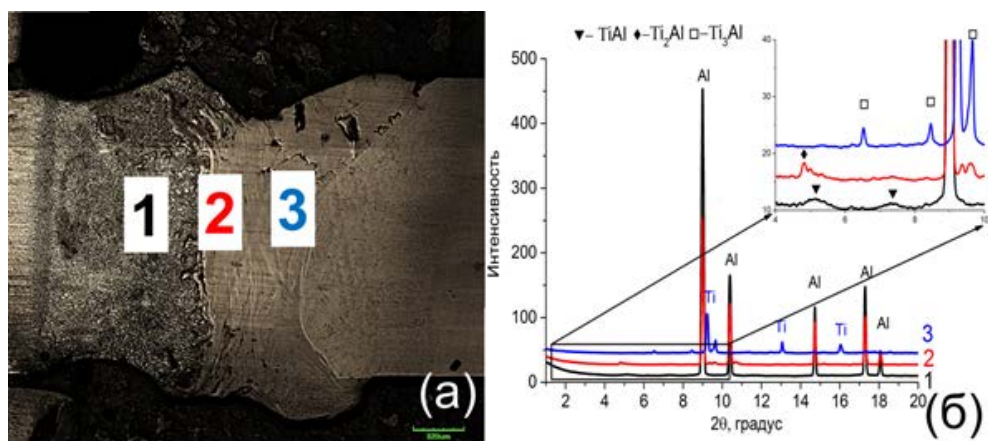


Рис. 31. (а) Поперечное сечение разнородного сварного шва (б) дифрактограммы для образца, сваренного без смещения лазерного луча относительно поверхности контакта материалов.

Чёрным цветом выделена область измерения (СИ) в зоне плавления алюминия. Красным цветом выделена область измерения (СИ) в зоне перемешивания. Синим цветом выделена область измерения (СИ) плавления титана

Загоризонтный локатор на поверхностных плазмонах терагерцового диапазона

Впервые продемонстрирована возможность создания загоризонтного локатора, где в качестве передаваемого и принимаемого сигналов используются поверхностные плазмон-поляритоны (ППП) терагерцового (ТГц) диапазо-

на. ППП являются разновидностью поверхностных электромагнитных волн, способных распространяться вдоль проводящих поверхностей. Создание ППП локатора стало возможным благодаря большим длинам пробега (десятки сантиметров) ППП при ТГц частотах на плоских и изогнутых металлодиэлектрических поверхностях. Были разработаны и протестированы две схемы локации по обнаружению объектов, скрытых за линией горизонта, на плоско-изогнутых образцах с золотым напылением и диэлектрическим покрытием сульфида цинка (ZnS). Эксперименты выполнялись на ТГц излучении Новосибирского лазера на свободных электронах. Вторая схема позволяет определить расстояние, ориентацию и высоту объекта, скрытого за линией горизонта. Предложенный метод может использоваться для обнаружения и исследования труднодоступных объектов на проводящей поверхности, а также для диагностики качества металлической поверхности (рис. 32).

Институт-разработчик: ИЯФ СО РАН, авторы: В.В. Герасимов, А.К. Никитин, А.Г. Лемзяков, Б.А. Князев.

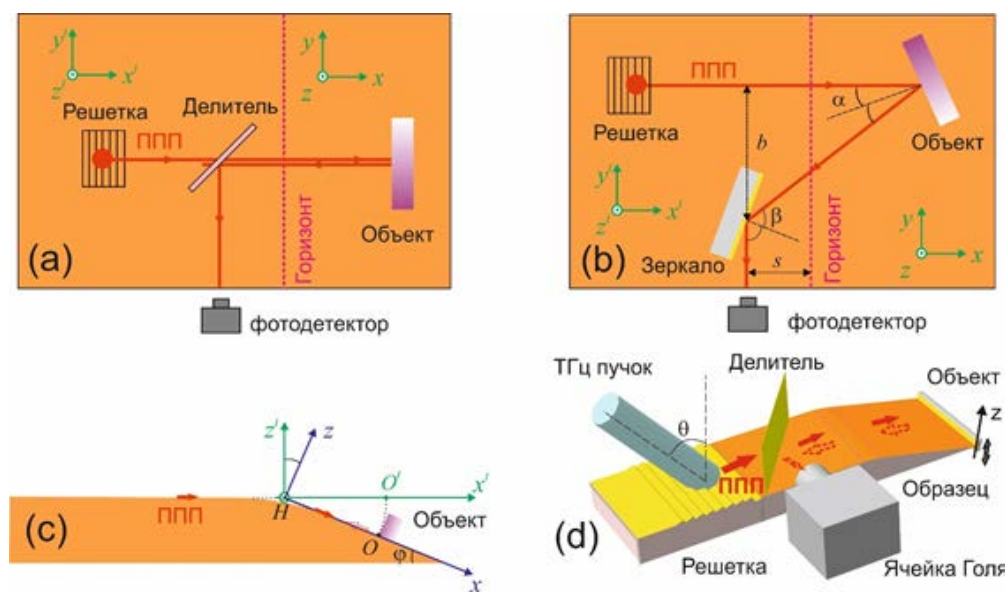


Рис. 32. Схемы двух конфигураций загоризонтной локации: (а) грань объекта параллельна линии горизонта; (b) объект расположен под углом к линии горизонта; (с) вид сбоку; (d) 3D вид для схемы (а). Точка проекция объекта на ось

Повышение биологической эффективности протонов для лечения опухолевых заболеваний

Специалистами ОИЯИ и МРНЦ им. А.Ф. Цыба проведены предклинические исследования нового метода повышения биологической эффективности протонов для лечения опухолевых заболеваний *in vivo*. Группе животных (мыши) была привита опухоль меланомы. Опухоли животных подвергались облуче-

нию протонами в пике Брэгга с предварительным введением арабинозидцитозина (AraC) или без него. Контрольные необлученные животные, погибли на 30-е сутки в результате развития опухолевого процесса. На 40-е сутки группы облучённых животных оставались живы. Вместе с тем, размеры опухоли меланомы у облучённых животных с введением AraC были в ~ 3 раза меньшими по сравнению с облучением лишь одними протонами (рис. 33). Получен патент № 2699670 на изобретение нового метода усиления радиационного воздействия на живые клетки.

Разработчик: ОИЯИ совместно с МРНЦ им. А.Ф. Цыба.

Публикация:

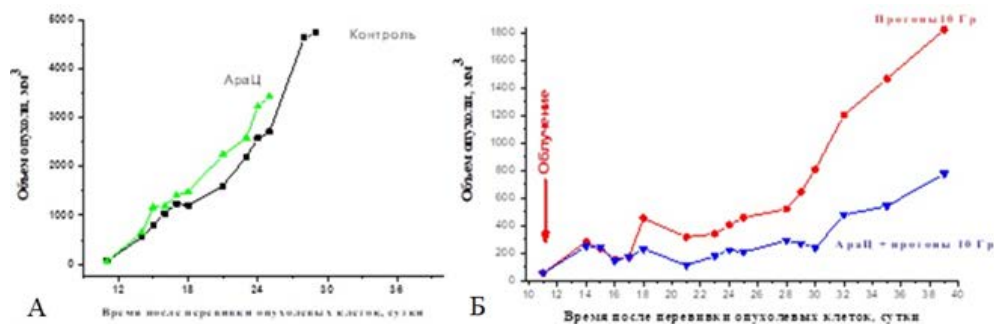


Рис. 33. Кинетика роста опухоли меланомы у мышей: А – необлучённый контроль, Б – облучение протонами в пике Брэгга в дозе 10 Гр.

Камера взаимодействия – центральный элемент установки для лазерного синтеза

Завершился важный этап сооружения новой уникальной лазерной установки. Камера взаимодействия была перенесена в основное здание, где планируется проводить эксперименты по управляемому инерциальному термоядерному синтезу. Камера взаимодействия – центральный элемент установки, сфера диаметром 10 метров и весом около 120 тонн, в которой должно происходить взаимодействие лазерной энергии с мишенями. Установка РФЯЦ – ВНИИЭФ для лазерного синтеза будет рекордсменом среди введенных и планируемых к строительству лазерных систем. Так, к мишени будет подводиться импульсная энергия в полтора раза больше, чем у самой мощной из действующих на сегодняшний день лазерных установок – NIF (США). Эксперименты, которые были проведены на установке NIF, показали, что система облучения не может обеспечить необходимую однородность облучения центральной капсулы. Система облучения РФЯЦ-ВНИИЭФ практически сферически симметрична. Имея предыдущий опыт экспериментов, есть все шансы добиться желаемого («зажигания» термоядерных реакций в мишенях) первыми в мире. В рамках численного исследования возможности зажигания DT-капсулы в сквозных расчётах распространения излучения в цилиндрическом боксе-конверторе в условиях

работы лазерно-физических установок, по многомерному программному коду ЛАСМ, выполнено имитационное моделирование сжатия и энерговыделения DT-капсулы. Создан и реально существует предсказательный программный инструмент, позволяющий моделировать процессы лазерного термоядерного синтеза.

Разработчик: РФЯЦ – ВНИИЭФ.

Вывод на орбиту телескопа ART-XC и первые результаты его работы в составе астрофизической обсерватории «Спектр-РГ»

Телескоп ART-XC, созданный в РФЯЦ – ВНИИЭФ совместно с Институтом космических исследований РАН, успешно выведен на орбиту в составе астрофизической обсерватории «Спектр-РГ». Запуск состоялся с космодрома Байконур 13 июля 2019 года. Телескоп провёл первые наблюдения в рентгеновском диапазоне. С помощью телескопа ART-XC ученые заметили повышение активности сверхмассивной чёрной дыры Стрельца A* в центре Млечного Пути. «Спектр-РГ» – российский проект с германским участием, направленный на создание детальной карты Вселенной. Обсерватория состоит из двух телескопов – российского ART-XC, способного работать в жёстком диапазоне рентгеновского излучения, и германского eRosita, рассчитанного на более мягкий энергетический диапазон. Такая широта охвата с высокой чувствительностью позволяет обсерватории выявить не обнаруженные ранее астрофизические объекты и сделать в 30–40 раз более чувствительный обзор неба.

Разработчик: РФЯЦ – ВНИИЭФ совместно с ИКИ РАН.

Широкоформатные ПЗС-системы с высокой чувствительностью в красной области спектра

Реализованы и готовы для эксплуатации на телескопе БТА две криостатируемые системы цифровой регистрации изображений на базе широкоформатных ПЗС-фотоприёмников с толстой подложкой – CCD231-84 (4128 × 4112 элементов) и CCD261-84 (2080 × 4112 элементов) (Teledyne E2V, Великобритания) (рис. 34). Фотоприёмники имеют высокую чувствительность в красном и ближнем инфракрасном диапазонах. В частности, на длине волны 900 нм квантовая эффективность приёмников составляет 60% (CCD231-84) и 90% (CCD261-84) в сравнении с 30% для тонких матриц, которые применяются в наблюдениях на БТА в настоящее время. В ПЗС-системах применён универсальный контроллер последнего поколения DINACON-5, благодаря которому достигнут низкий шум считывания (2,3 e⁻), что на 20% лучше паспортных характеристик. Высокая чувствительность фотоприёмников в сочетании с низким шумом систем позволяет получить более надёжные наблюдательные данные в красной области спектра и уменьшить длительность экспозиций, что ведёт к экономии телескопного времени. Разработка и производство в CAO РАН систем подобного класса являются уникальными в Российской Федерации. Выполненная работа закладывает основу для полной модернизации парка ПЗС-систем телескопа БТА.

Полученный результат готов к практическому применению.

Разработчик. Специальная астрофизическая обсерватория РАН; авторы: Мурзин В.А., Ардиланов В.И., Афанасьева И.В., Иващенко Н.Г., Притыченко М.А., Борисенко А.Н.



Рис. 34. Внешний вид ПЗС-систем: слева – на базе CCD231-84, справа – на базе CCD261-84

Разработка методики нанесения отражающих покрытий на крупногабаритные оптические изделия различного назначения

Представлены результаты методики нанесения отражающих покрытий на крупногабаритные оптические изделия различного назначения. Методика разработана применительно к вакуумной камере ВУАЗ-6. С целью достижения воспроизводимости результата проведена глубокая модернизация испарительной системы камеры. Приведены сравнительные характеристики технологических процессов. Результаты представлены в виде функций коэффициента отражения поверхности ГЗ БТА от длины волны. Косвенно оценены толщины полученных слоев, их морфология.

Вакуумная установка алюминирования зеркала (ВУАЗ-6) представляет собой уникальную крупногабаритную вакуумную камеру диаметром 6 метров и объемом порядка 80 м^3 , предназначенную для нанесения отражающих покрытий методом термического испарения алюминия в вакууме.

Рабочий объем камеры состоит из двух частей – верхнего, в котором находится поверхность изделия, и нижнего, технологического. Нижний объем под зеркалом герметизируется от объема над зеркалом резиновым кольцевым уплотнителем по цилиндрической образующей. В нижнем вакуумном объеме расположены разгрузочные элементы Главного зеркала. Вакуумные объемы соединены друг с другом двумя предохранительными клапанами, срабатывающими в случае перепада давления более чем на 15 мм рт.ст.

ВУАЗ-6 состоит из следующих основных компонентов:

- высоковакуумной части, содержащей 3 криогенных насоса, работающих по циклу Гиффорда-МакМагона, и 3 высоковакуумных затвора гильотинного исполнения с пневматическим приводом. Предельный вакуум в камере обеспечивается на уровне 3×10^{-6} Торр;

- безмасляной форвакуумной линии на основе двухступенчатого роторного насоса «EBARA», позволяющего откачать камеру до давления 3×10^{-4} Торр;
- форвакуумной линии на основе двух насосов ВН6-Г для откачки нижнего объёма;
- устройства ионного ассистирования;
- испарительной системы, состоящей из 24 параллельно соединённых сегментов, каждый из которых содержит 10 вольфрамовых спиралей. На каждую вольфрамовую спираль надевается по 2 алюминиевых гусарика чистотой 99,95 и массой 250 мг. Таким образом, общая испаряемая масса алюминия составляет 120 грамм;
- системы управления технологическим процессом на базе LabView.

В процессе модернизации камеры ставились (и были реализованы)

Технические задачи:

– обеспечение безмасляного, сухого вакуума не хуже 10^{-6} торр, с минимально возможным натеканием (сухие форвакуумные насосы, криогенные высоковакуумные насосы, гелиевый течеискатель, анализатор состава остаточной атмосферы);

– создание системы напыления алюминия, способной обеспечить скорость нанесения порядка 30 Å/сек с минимальным загрязнением исходного испаряемого материала (модернизация испарителя с целью одновременной работы всех сегментов, тиристорное управление током не менее 600 А на сегмент).

Технологические задачи:

– тщательный подбор параметров ионного источника для очистки поверхности зеркала перед нанесением покрытия с целью улучшения адгезии;

– отработка технологии напыления алюминия с требуемым коэффициентом отражения в диапазоне длин волн $400\text{--}800 \text{ нм}$;

– минимизация (отсутствие) капель алюминия на поверхности ГЗ.

В результате оптимизации технологического процесса удалось создать воспроизводимый техпроцесс без участия оператора, удовлетворяющий указанным требованиям со следующим набором параметров:

1. Толщина слоя $\text{Al} \approx 60 \text{ нм}$.
2. Общее время нанесения – 40 сек.
3. Средняя скорость нанесения $\approx 20\text{--}30 \text{ Å/сек}$.
4. Чистота Al – (99,95).
5. Плазма – $P = 2 \times 10^{-2} - 8 \times 10^{-3} \text{ Торр}$; $U = 0,8^{1,2} \text{ КВ}$, $I = 500 \text{ мА}$, энергия ионов до $100\text{--}200 \text{ эВ}$.

Образцы-свидетели были исследованы на профессиональном спектрофотометре Cary 300 НПО «Луч» в начале декабря 2018 и в конце ноября 2019 года. Результат представлен на графике 1 а и б, соответственно. Особенно хочется подчеркнуть воспроизводимость кривых отражения четырёх тестовых образцов-свидетелей, симметрично расположенных по внешней образующей зеркала. Такой результат свидетельствует о высокой однородности покрытия по всей площади ГЗ и высокой воспроизводимости результата от цикла к циклу.

Выводы.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН располагает уникальной в России современной вакуумной установкой для нанесения отражающих покрытий на изделия различного назначения диаметром до 6 метров.

Разработчик: Специальная астрофизическая обсерватория РАН, автор Якопов Г.В.

Цифровая платформа для моделирования рентгеновских и синхротронных дифракционных экспериментов

Разработана цифровая платформа для расчёта картины дифракции рентгеновских лучей, аналогичной измеряемой в двух- и трёхкристальной геометрии, и визуализации характеристик рентгеновского излучения при его взаимодействии с различными элементами рентгенооптической схемы. Подход является модульным по своему принципу и позволяет на основе знаний о том, как пучок взаимодействует с тем или иным элементом схемы, рассчитывать картину дифракции для различных источников и наборов рентгенооптических элементов (рис. 35). В платформе реализована система распределённых вычислений, которая позволяет подключить неограниченное количество компьютеров и увеличить скорость моделирования результатов.

Применимость этого подхода продемонстрирована на примере сравнения расчётных данных с экспериментальными, полученными в соответствующих реальных экспериментах. Платформа готова к использованию, адаптирована к рентгенооптическим двух- и трёхкристальным схемам, реализуемым на лабораторных источниках и синхротронных станциях. Доступен широкий набор настраиваемых оптических элементов: одно- и двухкристальные монохроматоры, щелевые коллиматоры, набор кристаллических образцов, двумерный и одномерный детекторы, кроме того, поддерживается добавление новых элементов. Существующие аналоги имеют ряд существенных, зачастую непреодолимых ограничений при использовании уникальных оптических схем и реализации новых нестандартных экспериментов.

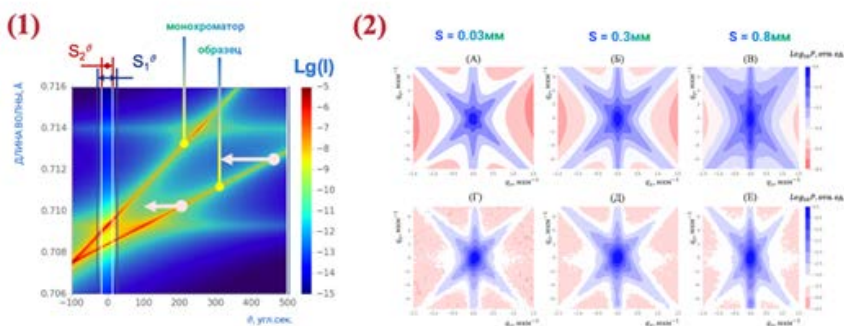


Рис. 35. (1) Спектрально-угловые карты излучения рентгеновской трубки с молибденовым анодом. (2) Трёхкристальные кривые дифракционного отражения в обратном пространстве для разных размеров коллимационной щели: $S = 0,03$ мм (А, Г), $S = 0,3$ мм (Б, Д), $S = 0,8$ мм (В, Е). Теоретические (А, Б, В) и экспериментальные (Г, Д, Е)

Предложенный подход расчёта рентгенооптических схем предусматривает прямое обобщение на случай когерентного источника и, в частности, может быть использован для моделирования экспериментальных результатов, получаемых на специализированных источниках синхротронного излучения 4-го поколения с ультрамалым эмиттансом.

Алгоритм расчёта реализован в виде открытой интернет-платформы с удобным пользовательским интерфейсом и аппаратно-программным доступом к отдельным вычислительным модулям программы. Программное обеспечение распространяется под открытой MIT лицензией.

Институт-разработчик: ИК РАН ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН; авторы А.Е. Благов, И.И. Аткин, Н.В. Марченков, А.Г. Куликов, М.В. Ковальчук.

Генерация ЭДС в тонкоплёночном термопреобразователе на базе SmS

Термоэлектрическая генерация является одним из перспективных способов прямого преобразования тепловой энергии в электрическую. Актуальность, новизна и практическая значимость разработки основана на возможности создания альтернативного автономного возобновляемого источника энергии на основе высокоэффективного тонкоплёночного термоэлектрического генератора на базе SmS. Тонкоплёночный термоэлектрический генератор (ТЭГ) на основе SmS может обеспечивать высокоэффективную генерацию электрического тока с КПД более 30% при его нагреве без принудительного создания градиента температуры в отличие от КПД (9–14) % у существующих в настоящее время теплоэлектрогенераторов, работа которых основана на эффекте Зеебека. Предполагается, что теплоэлектрогенераторы (ТЭГ) на основе сульфидов редкоземельных металлов будут обладать такими уникальными свойствами, как полная автономность, высокая надёжность, отсутствие необходимости создания внешних градиентов температуры, высокий КПД, простота эксплуатации и конструкции, долговечность, малогабаритность, высокие энергетические характеристики, технологичность в производстве. Разрабатываемые ТЭГи могут найти применение в объектах аэрокосмической, автомобильной, судостроительной, нефтяной промышленности и других областях.

Проведены исследования по разработке оптимальной конструкции высокоэффективного (с КПД до 30% и более) тонкоплёночного термоэлектрического генератора на основе SmS без создания градиента температуры. Получена генерация ЭДС в экспериментальных образцах ячейки ТЭГа. Процесс напыления плёнки SmS проводился магнетронным распылением. Лучшие результаты генерации были получены на площадке 1 мм². При нагреве уже до 150 °С значение термо-ЭДС составляло 4 мВ при силе тока 6 мА.

Для тонкоплёночных ТЭГ на основе SmS разработана вертикальная конструкция элемента ТЭГ, состоящая из нескольких, поочередно напылённых на подложку ситалла слоёв: нихром, Ni, SmS, Ni (рис. 36).

Разработчик: ИК РАН ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН; авторы В.И. Стрелов, Е.Б. Баскаков, Ю.Н. Бендрышев, И.С. Волчков, В.М. Каневский.

Публикации:



Рис. 36. Экспериментальная ячейка ТЭГа в виде «сэндвича»

Малозумящие гетерофотодиоды на основе InAs

Малозумящие гетерофотодиоды на основе InAs, полученные из двойных гетероструктур InAsSbP/InAs на подложках InAs с вырождением электронов в зоне проводимости, имеют красную границу фоточувствительности при 3,6 мкм и максимум чувствительности на длине волны 3,4 мкм (300 К) – в области максимума поглощения углеводородов. В отличие от аналогов они имеют крайне малый уровень низкочастотного шума, например, $S = 10^{-25} \text{ A}^2 \cdot \text{см}^2 / \text{Гц}$ (для $f = 10 \text{ Гц}$ и фототок $I = 10^{-5} \text{ A}$) соответственно, высокие значения обнаружительной способности, что позволяет создавать фотометрическую аппаратуру с высоким отношением сигнал/шум.

Фотодиоды могут применяться в низкотемпературных пирометрах, газоанализаторах углеводородов, например, анализаторов метана в шахтах, паров $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ в выдохе человека, медицинских и научных исследованиях.

Разработка готова к практическому применению, поскольку целый ряд организаций в России, например, Бийский технологический институт, уже провели работы по разработке анализаторов с использованием гетерофотодиодов на основе InAs. В настоящее время начинается финансирование международного проекта El- Peacetolero для разработки анализаторов твёрдых тел с использованием упомянутых фотодиодов для применения на атомных станциях.

В настоящее время ведётся работа по получению российского патента на сенсор жидкостей и твёрдых тел, имеющий в своём составе разработанные фотодиоды, зарубежных патентов на разработку не имеется.

Разработчик: ФТИ им.А.Ф. Иоффе совместно с Университетом Монпелье.

Публикации:

N. Dyakonova, S.A. Karandashev, M.E. Levinshtein, B.A. Matveev and M.A Remennyi, “Low frequency noise in reverse biased P-InAsSbP/n-InAs infrared photodiodes”, *Semicond. Sci. Technol.*34 (2019) 015013 (5 pp).

N. Dyakonova, S.A. Karandashev, M.E. Levinshtein, B.A. Matveev and M.A Remennyi, “Room temperature low frequency noise in n + -InAs/n-InAsSbP/InAs/p-InAsSbP double heterostructure infrared photodiodes”, October 2019, *Semiconductor Science and Technology* 34(10):105015.

Лазерные аддитивные технологии для интегрально-оптических схем на подложках ниобата лития

Современные области применения интегрально-оптических схем, такие, как квантовые информационные технологии и прецизионные оптические измерения, выдвигают особенно жёсткие требования к их техническим характеристикам, которые не всегда могут быть выполнены с использованием стандартных технологий, совместимых с массовым производством. В лаборатории квантовой электроники были предложены новые аддитивные технологии для улучшения характеристик интегрально-оптических схем на подложках ниобата лития, использующие присущий ниобату лития фоторефрактивный эффект и лазерное окисление нанометровой пленки титана. Была разработана оригинальная экспериментальная оптическая зондовая установка для прецизионной подстройки оптических волноводных элементов (рис. 37). Продемонстрирована возможность управления коэффициентом деления волноводных разветвителей различной конфигурации, а также коэффициентом потерь в канальных оптических волноводах. Эффективность предложенных технологий была продемонстрирована на примере повышения контраста модуляции интегрально-оптического модулятора Маха-Цендера на 17 дБ, со стандартного значения 30 дБ до 47 дБ (рис. 38), что отвечает требованиям современных систем опроса распределённых волоконно-оптических датчиков.

Разработчик: ФТИ им.А.Ф. Иоффе.

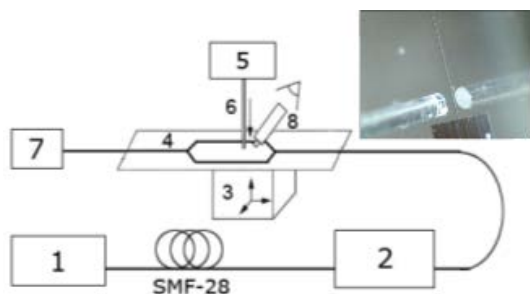


Рис. 37. Экспериментальная зондовая установка для точной подстройки характеристик интегрально-оптических схем: 1 – лазерный диод для мониторинга характеристик, 2 – волоконный контроллер поляризации, 3 – трёхкоординатная микроподвижка, 4 – интегрально-оптическое устройство (модулятор), 5 – источник модифицирующего лазерного излучения, 6 – волоконно-оптический зонд, 7 – фотоприёмник, 8 – оптический микроскоп

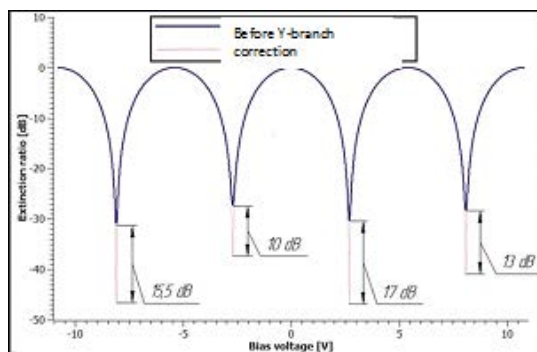


Рис. 38. Повышение контраста модуляции при аддитивной балансировке интерферометра Маха-Цендера

Новые медицинские сплавы на основе Ti-Nb-Ta-Zr

Новые гомогенные медицинские сплавы Ti-30Nb-13Ta-5Zr, Ti-30Nb-10Ta-5Zr, Ti-25Nb-13Ta-5Zr и Ti-20Nb-13Ta-5Zr состоят из чистой β -кристаллической фазы и обладают необходимыми механическими свойствами. На поверхности сплавов наблюдаются микро- и наноразмерные структуры. С точки зрения способности к генерации активных форм кислорода и долгоживущих активных форм белка сплавы являются более предпочтительными по сравнению с нитинолом. Установлено, что при выращивании клеточных культур на подложках из полученных сплавов наблюдается высокий митотический индекс (2%) и низкое содержание нежизнеспособных клеток (<5%). Клетки охотно прикрепляются и распластаются на сплаве. Биосовместимость сплавов подтверждена результатами по имплантации сплавов в виде пластинок или закольцованной проволоки. Морфология поверхности образцов после биологических испытаний существенно не изменяется. Сплавы Ti-30Nb-13Ta-5Zr, Ti-30Nb-10Ta-5Zr, Ti-25Nb-13Ta-5Zr и Ti-20Nb-13Ta-5Zr потенциально пригодны для использования в медицине и ветеринарии (ИОФ РАН, ИМЕТ РАН, Пущинский научный центр РАН).

Технология «цитоблокада» увеличивает терапевтическую эффективность нанопрепаратов в кровотоке

Прорывная технология в области наномедицины позволяет значительно (в 32 раза) увеличить время циркуляции в крови практически любых биомедицинских нанопрепаратов, повышая их терапевтическую эффективность. Технология, названная цитоблокадой, приводит к существенному увеличению эффективности доставки лекарственных препаратов к пяти видам опухолей различной природы: от меланомы до рака молочной железы, включая два типа опухолей человека, привитых мышам. Установлено, что цитоблокада в 23 раза повышает результативность «активной» магнитной и направленной доставки химиотерапевтических препаратов в раковые опухоли у животных. Метод не только приводит к подавлению опухолей, но и минимизирует побочные эффекты за счёт снижения общей токсичности воздействия на организм (ИОФ РАН, МФТИ и ИБХ РАН).

Метод лечения COVID-19 с флуоресцентным контролем распределения фотосенсибилизатора

Предложен новый подход к лечению и профилактике COVID-19 с применением метода фотодинамической терапии с фотосенсибилизаторами, потенциально способными убивать вирус и защищать клетки от повреждающего действия как самого вируса, так и аутоиммунной реакции. Разработаны и изготовлены светооблучающие устройства высокой мощности для проведения фотодинамической терапии пациентов с covid-19.

Проведены флуоресцентные исследования по фармакокинетике метиленового синего на добровольцах при ингаляционном и пероральном введении. Даны рекомендации по терапевтическим и профилактическим дозам введения метиленового синего и терапевтическим дозам световой энергии.

Проведены клинические исследования использования фотодинамической терапии с фотосенсибилизатором метиленовый синий для лечения пациентов с covid-19. Получено разрешение на проведение ограниченных клинических исследований. Первый этап исследований был успешно завершён со 100% положительным результатом для пациентов с КТ1, КТ2, КТ3 (поражение лёгких от 0–75%) (ИОФ РАН, НИЯУ МИФИ, ИБХ РАН, Сеченовский университет)

Синтез из газовой фазы монокристаллов алмаза высокой чистоты с рекордно высокой теплопроводностью

Алмаз обладает наивысшей теплопроводностью среди всех объёмных материалов, что предопределяет большой интерес к алмазу в электронике, лазерной технике, силовой оптике. Методом синтеза в СВЧ-плазме в смесях метан-водород выращены монокристаллы особо чистого алмаза и измерена их теплопроводность в широком диапазоне температур 5–410К. При комнатной температуре получена теплопроводность $k = 24$ Вт/смК, на уровне рекордной для алмазов. Найдено, что максимум теплопроводности достигается при низких температурах (70К) и составил 235 Вт/смК, что на 34% превосходит ранее известные величины как для природных, так и искусственных монокристаллов с природным составом изотопов (доля изотопа ^{13}C 1,07%).

Также в СВЧ-плазме синтезированы изотопически модифицированные монокристаллы алмаза с повышенным содержанием изотопа ^{12}C (до 99,96%), с ещё более высокой теплопроводностью при комнатной температуре (31,7 Вт/см·К). Результаты исследований ещё более раскрывают потенциал синтетического алмаза для передовых применений (ИОФ РАН, НИЦ «Курчатовский институт», ООО «New Diamond Technology», Институт кристаллографии РАН, University of Electro-Communications, Япония).

Новый сверхтвёрдый композит на основе высшего бориды вольфрама

Разработан новый способ синтеза сверхтвёрдых композитов на основе боридов вольфрама при использовании высоких давлений в интервале 1–8 ГПа. Данные композиты являются перспективными для применения в буровом и режущем инструменте. Впервые получен сверхтвёрдый композиционный материал на основе высшего бориды WB5-х, который по твёрдости, износостойкости и термической устойчивости на воздухе значительно превосходит промышленные твёрдые сплавы на основе карбида вольфрама. Определены оптимальные варианты синтеза, позволяющие масштабировать лабораторные исследования и получать конкурентные композиты при давлениях 1–2 Гпа (ИФВД РАН, Сколковский институт науки и технологий, ООО «Газпромнефть НТЦ»).

Электропроводящий композиционный материал на основе полимеров и углеродных нанотрубок

Разработаны физико-химические основы технологии получения функционализированных углеродных нанотрубок и полимерных композиционных материалов на их основе. Разработанная методика позволяет получать компо-

зиционные материалы с заданной величиной электропроводности путём варьирования концентрации углеродных нанотрубок в полимерной матрице. В зависимости от концентрации углеродных нанотрубок в полимере могут быть получены электропроводящие, антистатические и экранирующие материалы и покрытия с величиной электропроводности 10–3–10–8 см/м. Данный материал может быть использован в химической промышленности, авиа-, судо-, приборо- и машиностроении.

Разработка готова к практическому применению и имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными композиционными материалами (легированные углеродной сажей, мелкодисперсным графитом, металлическими частицами) – это меньший расход наполнителя для получения требуемых параметров, и, как следствие, большая однородность и массогабаритные характеристики конечного материала. По сравнению с другими известными разработками (WO 169960/2013, US 7999028, RU 2677156, RU 2602798), преимущество выражается в снижении трудозатрат и более высоких технических параметрах конечного материала (КФТИ им Е.К. Завойского ФИЦ Казанский научный центр РАН, ООО «Новые структуры и технологии»).

Линейка высокочастотных спектрометров ЭПР/ОДМР и их потенциал для исследования спиновых явлений в конденсированных средах.

Магнитный резонанс, открытый в России, является мощным аналитическим методом изучения спиновых явлений, доступным для физиков, химиков, биологов. Магистральным направлением развития магнитного резонанса является повышение рабочих частот и использование двойных резонансов, в которых чувствительность может достигать естественного предела – регистрации спина одиночного квантового объекта. Нами впервые в мировой практике разработана линейка высокочастотных спектрометров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и оптически детектируемого магнитного резонанса (ОДМР), работающих в непрерывном и импульсном (электронное спиновое эхо – ЭСЭ) режимах с регистрацией резонанса в основных и возбуждённых состояниях по микроволновому и оптическому каналам, выполненная на единой технологической платформе с использованием коммерческой криогенной системы замкнутого цикла. Широкие возможности спектрометра продемонстрированы на многочисленных спиновых системах, включая ЭПР, ЭСЭ, ОДМР NV- дефектов в алмазе, ионов Tb³⁺, Gd³⁺, Ce³⁺, Er³⁺ и др. в гранатах, основных электрически активных примесей и спиновых кубитов в SiC (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН).

Системы слежения за солнцем и мониторинга параметров концентраторных солнечных батарей

Разработаны и переданы для практической реализации в ОАО «Электонд» системы слежения за Солнцем для использования в фотоэнергоустановках с концентраторными фотоэлектрическими модулями. Разработана и внедрена система мониторинга выработки электроэнергии фотоэнергоустановкой и точности слежения за Солнцем, включающая измерение параметров энергоснабжения

ботки и точностных характеристик слежения. Система мониторинга позволяет проводить анализ эксплуатационных характеристик концентраторных фотоэнергоустановок с одновременной регистрацией текущих метеорологических условий. Практическое применение разработанных прецизионных систем слежения за Солнцем (с точностью слежения $\pm 0,1$ угл. градуса) обеспечивают увеличение в 1,3–1,5 раза выработки электроэнергии концентраторными солнечными батареями и пропорциональное снижение стоимости солнечной электроэнергии (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН).

Сапфировый игловой капилляр с микрофокусировкой для лазерной терапии и хирургии

Разработан и получен методом EFG сапфировый игловой капилляр для коллимирования и фокусировки лазерного излучения. Игловой капилляр обладает высококачественной гладкой поверхностью, высокой прозрачностью для видимого и ближнего инфракрасного излучения, высокой термической и химической стойкостью, а также сложной формой наконечника, который защищает кварцевые волокна. Продемонстрирован эффект фокусировки как численно, так и в эксперименте при коагуляции образцов печени *ex vivo*. Игловой капилляр в сочетании с оптическим волокном обеспечивает интенсивную и равномерную коагуляцию внутри и на поверхности печени с помощью лазерного воздействия мощностью 280 Дж без карбонизации тканей и повреждения волокна. Таким образом можно изменять геометрические параметры иглового капилляра в зависимости от типа биологической ткани, метода терапии и протокола лечения.

Основная область применения – онкохирургия. Разработка готова к практическому применению в системах лазерной коагуляции и абляции злокачественных опухолей. Мировые аналоги отсутствуют (ИФТТ РАН, Институт регенеративной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, ИОФ РАН, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского).

Новый универсальный пьезоэлектрический датчик силы для зондовой магнитно-силовой микроскопии

Разработан и успешно испытан новый датчик силы для магнитно-силовой микроскопии (МСМ). Использование пьезоэффекта даёт преимущество непосредственного преобразования сигнала силы (магнитного притяжения зонда к локальной точке магнитного образца) в электрический сигнал (для регистрации средствами электроники). В предшествующей классической конструкции датчика применяется лазер, свет которого отражается от микроскопической гибкой балочки, называемой кантилевер, и преобразуется в электрический сигнал посредством многосекционного фотодиода. Недостатком такой схемы является сложность юстировки оптического тракта, геометрические размеры и другое, особенно, когда требуется получение магнитно-силовой картины образца в условиях низких температур и/или вакуума. В мире ранее сообщалось о пьезоэлектрических датчиках для МСМ с чувствительностью к магнитной

силе масштаба 1 пико Ньютон (пН), но не сообщалось о скорости измерения, то есть частотной полосе Fb. Заявлено о чувствительности 1,4 пН rms в полосе Fb = 100 Гц. Результат базируется на разработанной схеме, универсально пригодной для различных типов датчиков в зондовой микроскопии (ИСАН, ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН», ФИАН).

Метод генерации интенсивного рентгеновского излучения К-серии цезия при электронном возбуждении Мо-мишени, термически обработанной в парах Cs и O₂

Генерация интенсивного монохроматического рентгеновского излучения в области энергий $33 > E > 40$ кэВ является одной из наиболее актуальных задач рентгеновской диагностики. Интерес к указанному диапазону обусловлен тем, что для контрастирования сосудистых систем и внутренних полостей биологических объектов в большинстве случаев используются соединения йода и инертный газ ксенон, для которых пики К-скачков фотопоглощения находятся в указанном диапазоне энергий.

В предложенной работе впервые показана возможность устойчивой генерации интенсивного характеристического излучения Cs при электронном возбуждении анодной Мо-мишени, термически обработанной в парах Cs и O₂. Источником излучения являлась микрофокусная рентгеновская трубка с мультищелочным фотокатодом типа S20. Энергия спектральной линии CsK β находится в области пиков фотопоглощения I и Xe, широко используемых в медицинской диагностике в составе контрастирующих агентов. С практической точки зрения это обеспечивает резкое увеличение отношения контраст-сигнал при получении 2D- и 3D-изображений и возможность снижения дозовых нагрузок при обследовании пациента (ИОФ РАН, ФИАН).

Новый метод получения радионуклида медицинского назначения стронций-82

Проведены исследования и разработки по получению радионуклида медицинского назначения стронций-82 с использованием нового метода адсорбции из жидкого металла. Завершена работа по исследованию процессов получения медицинского радионуклида стронций-82 с использованием прямой сорбции из жидкого металла. Стронций-82 – важный радионуклид, который используют для приготовления медицинского генератора рубидия-82 и проведения диагностики кардиологических и некоторых других заболеваний с помощью позитронно-эмиссионной томографии. Наиболее эффективный метод его разработки – облучение массивных мишеней из металлического рубидия протонами средних энергий. Радиохимическое выделение ⁸²Sr из таких мишеней обычно представляет собой сложную и опасную процедуру. В ИЯИ РАН предложен метод выделения стронция из металлического рубидия путём сорбции на различных поверхностях непосредственно из жидкого рубидия. Завершены исследования, позволяющие обеспечить высокий химический выход радионуклида. При температуре около 300 °С примерно за три часа нагревания ⁸²Sr

полностью сорбировался на внутренней поверхности оболочки облучённой мишени, после этого жидкий рубидий откачивали, а ^{82}Sr затем легко удаляли кислотным смывом. Исследование механизма процесса показало, что ^{82}Sr сначала сорбируется на коллоидных частицах оксида рубидия, а при высокой температуре эти частицы растворяются в рубидии. Поэтому для эффективного протекания процесса и обеспечения высокого выхода необходимо определённое содержание кислорода в рубидии. Уже продемонстрирован высокий инновационный потенциал этой разработки. Имеется два патента РФ, а также американский и канадские патенты. Технология опробована сначала в ГНЦ ФЭИ им. А.И. Лейпунского (Обнинск), а широкомасштабное производство по лицензии ИЯИ РАН организовано на предприятии ARRONAX (Нант, Франция), лицензия приобретена также американской фирмой. В ближайшее время эту технологию планируется установить в «горячих» камерах Радиевого института им. В.Г. Хлопина (ИЯИ РАН).

Нейтронный источник для клинических испытаний бор-нейтронозахватной терапии

В ИЯФ СО РАН им. Г.И.Будкера, совместно с компанией TAE Life Sciences, разработан ускорительный источник нейтронов для бор-нейтронозахватной терапии онкологических заболеваний. Первая установка должна быть запущена в госпитале г. Сяомынь (Китай), принадлежащем компании Neuboron. В качестве прототипа при разработке был взят действующий в ИЯФ нейтронный источник, на котором успешно проводятся эксперименты с клеточными образцами и малыми лабораторными животными. В нейтронном источнике используется ускоритель тандем для получения протонного пучка с энергией до 2,5 МэВ. Генерация нейтронов осуществляется при взаимодействии ускоренного пучка с литиевой мишенью. При создании установки, на прототипе ускорителя в ИЯФ был отработан целый ряд новых технических решений, которые позволили существенно поднять параметры нейтронного источника и повысить надёжность его работы. Установка была смонтирована и успешно запущена совместно специалистами ИЯФ СО РАН и TAE Life Sciences. После испытаний осенью 2020 года оборудование отправлено в Китай и начата сборка на месте (ИЯФ СО РАН).

Детектор для регистрации рентгенографических изображений объектов с большой плотностью с увеличенной просвечивающей способностью

Реализован метод регистрации потоков гамма-квантов с энергией несколько мегаэлектронвольт, основанный на передаче светового сигнала от тяжёлого сцинтиллятора к фотоприёмнику при помощи спектросмещающих волокон. Для данного метода получен сигнал 45 фотоэлектронов на 1 МэВ энергоделиения в регистрирующем элементе. Такой сигнал не влияет на статистику гамма-квантов в изображении, но, при этом, позволяет вывести фотоприёмники и электронику из-под негативного воздействия жёсткого излучения, которое неизбежно в классической конструкции детекторов, когда фотоприёмник расположен непосредственно на сцинтилляторе. Исследовано, что в реализо-

ванном методе регистрации потоков гамма-квантов эффект неоднородности светового сбора по длине кристалла не проявляется, что позволяет увеличить эффективность регистрации и средний сигнал от одного гамма-квантов за счёт увеличения длины кристалла и дополнительно уменьшить физический шум изображения. По результатам работы, реализованный метод позволяет значительно уменьшить физический шум изображения и увеличить просвечивающую способность до 400 мм по стали (ИЯФ СО РАН).

Создан метод получения радионуклидов, привлекательных для применения в ядерной медицине

Проведено исследование сечений образования радионуклидов при взаимодействии тория-232 с протонами средних энергий. Завершены работы по теоретическому и экспериментальному определению сечений образования радионуклидов при взаимодействии ядер тория-232 с протонами в диапазоне энергий от 20 до 140 МэВ. В результате ядерных реакций скалывания, сопровождающихся вылетом из ядра-мишени нескольких нуклонов, образуется альфа-излучающий радионуклид ^{225}Ac , а также ^{223}Ra и $^{230}\text{Pa}/^{230}\text{U}$. Эти радионуклиды привлекательны для применения в ядерной медицине (ИЯИ РАН).

Метод нейтронного резонансного анализа для определения элементного состава образцов

Метод является неразрушающим и основан на регистрации нейтронных резонансов при радиационном захвате, измерении выхода продуктов реакции в этих резонансах. Чтобы проверить возможности этого метода, такие исследования были проведены в сотрудничестве с Институтом археологии РАН на импульсном источнике резонансных нейтронов ИРЕН для Боспорских статеров III-IV вв. н. э., из Фанагорийского клада (ОИЯИ).

Аппарат для ингаляционной терапии оксидом азота «ТИАНОКС»

Аппарат предназначен для производства, мониторинга и подачи оксида азота в дыхательный контур пациента при проведении терапии. Синтез оксида азота осуществляется в импульсно-периодическом диффузном разряде из окружающего воздуха. Организовано серийное производство аппаратов и их сервисное обслуживание. Аппараты поставляются в ведущие медицинские центры России и применяются для лечения лёгочной гипертензии, вызванной различными патологиями, в том числе пневмонией, протекающей на фоне инфекции covid-19. Основными потребителями аппарата являются блоки интенсивной терапии и отделения анестезиологии-реанимации, начиная с уровня районных стационаров и выше, а также кардиоцентры, отделения неонатологии и перинатальные центры (РФЯЦ – ВНИИЭФ).

Фотоядерный метод получения медицински значимого радионуклида ^{47}Sc

Разработан метод получения радиоизотопов Sc при облучении Ti-мишеней естественного изотопного состава тормозными фотонами с энергиями до 55

МэВ. Установлено, что примеси нуклидов ^{46}Sc и ^{48}Sc по отношению к активности ^{47}Sc составляют соответственно $\sim 1,5\%$ и $9,1\%$. Процедура радиохимического выделения Sc занимала ~ 2 часа, проводилась методом экстракционной хроматографии с использованием сред HNO_3 и HCl при достигнутой эффективности $> 97\%$. Метод позволяет получать пригодные для радиотерапии количества ^{47}Sc (ИЯИ РАН, НИЦ «Курчатовский институт», МГУ).

Средства метрологического обеспечения измерений объёмной активности радиоактивных газов радона и торона и плотности потока радона с поверхности грунта

Разработана конструкторская документация на опытный образец комплекса аппаратуры воспроизведения и передачи единиц объёмной активности радона и торона и плотности потока радона; проведены метрологические исследования, предварительные испытания и приёмочные испытания комплекса аппаратуры воспроизведения и передачи единиц объёмной активности радона и торона и плотности потока радона; проведены государственные испытания усовершенствованного государственного первичного эталона единиц объёмной активности радиоактивных аэрозолей, радона, торона и плотности потока радона (ВНИИФТРИ).

Комплекс лучевой терапии ОНИКС

Комплекс на базе компактного медицинского линейного ускорителя с пучком тормозного рентгеновского излучения номинальной энергией 6МВ реализует современные методики дистанционной лучевой терапии (ЛТ) (трёхмерной конформной ЛТ, ЛТ с применением средств визуализации для контроля положения пациента, ЛТ с модуляцией интенсивности, ротационной ЛТ с объёмной модуляцией интенсивности пучка) при лечении пациентов в радиологических отделениях онкологических учреждений всех уровней. Комплекс ОНИКС является первым подобным аппаратом, разрабатываемым в России. Комплекс ОНИКС по своим техническим характеристикам не уступает, а в некоторых позициях превосходит аналоги высокотехнологичного медицинского оборудования (НИИТФА Росатома РФ).

НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Информационно-аналитический центр (ИАЦ) по учёту и регулированию энергоресурсов сложных технических объектов и инженерных систем Приморского края

Основная задача ИАЦ – интеграция разработок, связанных с внедрением современных информационных технологий и средств автоматизации в промышленности и ЖКХ на Дальнем Востоке России. ИАЦ призван осуществлять дистанционный сбор и накопление результатов измерений, мониторинг основных параметров с приборов в реальном времени, анализ ретроспективной информации, поддержку энергосберегающих режимов функционирования, оценку эффективности внедряемых технологий. Информационной базой ИАЦ являются результаты измерений основных параметров технических объектов, полученные с приборов учёта и регулирования по сетям телеметрии с использованием различных каналов связи.

Области возможного использования:

- телеизмерение и телеуправление в системах электро-, тепло- и водоснабжения;
- коммерческий и технологический учёт тепловой энергии и теплоносителя;
- автоматизация и диспетчеризация инженерных систем и сетей;
- техническая диагностика технологического и коммуникационного оборудования;
- метрологический контроль средств измерений;
- энергосбережение в промышленности и ЖКХ;
- информационное обеспечение для выполнения научно-исследовательских работ.

На базе ИАПУ ДВО РАН создана материально-техническая база и информационное обеспечение для практического применения разработки в теплоэнергетическом комплексе Приморского края.

Использование ИАЦ позволяет обеспечить качественно новый уровень управления технологическими процессами выработки и потребления тепловой энергии с использованием измерительного оборудования нового поколения и современных информационных технологий.

В целом для разработанных информационно-аналитических систем известных аналогов не найдено. Сравнение отдельных частей (модулей и подсистем) информационно-аналитических систем с их аналогами не имеет смысла в виду свойств эмерджентности и целостности систем.

Имеется патентная защита разработки (ИАПУ ДВО РАН).

2. Встроенная интеллектуальная система контроля тепловых режимов электронной аппаратуры

Выполнены работы по созданию встроенной системы контроля тепловых режимов бортовой аппаратуры по заказу АО «Информационные спутниковые

системы им. академика М.Ф. Решетнева» (г. Железногорск). Разработаны и использованы модели и алгоритмы, на основе которых по постоянно поступающим показаниям встроенных в аппаратуру датчиков осуществляется построение теплового поля плат и радиоэлементов электронного блока. Восстановленные поля позволяют оценить температуру в местах вне расположения датчиков и локализовать место неисправности при обнаружении отклонений. Важной особенностью системы является постоянное накопление данных. Это позволяет использовать накопленные данные для построения моделей, которые можно использовать для постоянного контроля, обнаружения и локализации отклонений в ходе работы аппаратуры. Система реализована и испытана в составе опытного образца функционального узла бортовой силовой электронной аппаратуры. Система обеспечивала восстановление и визуализацию температурного поля модуля и температур радиоэлементов в диапазоне от минус 30 °С до плюс 65 °С в режиме реального времени на вакуумном стенде с отклонением восстановленных полей от термограмм не более 6 °С.

Встроенная система контроля тепловых режимов разрабатывалась для использования в составе бортовой аппаратуры космических аппаратов с целью повышения качества и надёжности космической техники. Но использование систем мониторинга состояния по встроенным датчикам и применение автоматического машинного анализа накапливаемых данных позволяет обнаруживать неисправности, выполнять прогнозирование и предотвращение отказов не только в космической аппаратуре, но в других видах сложных машин и оборудования.

Для дальнейшего внедрения системы необходимо доработать схемные решения для космического исполнения, а также разработать математические алгоритмы и программные инструменты для оптимизации количества и установки встраиваемых датчиков на конкретные изделия. Запланированы дальнейшие работы по внедрению системы в рамках комплексной научно-технической программы «Глобальные информационные спутниковые системы».

Внедрение системы в состав бортовой аппаратуры позволит осуществлять эффективный контроль тепловых режимов и в перспективе использовать интеллектуальные методы анализа накапливаемых данных для автоматического выявления отклонений, указывающих на возникновение неисправностей. Своевременное эффективное обнаружение таких отклонений позволит увеличить надёжность и срок работы космической техники.

Аналогичных известных разработок не было выявлено.

Патентование разработки не проводилось. Некоторые результаты, полученные в ходе работ, были признаны решением заказчика секретом производства (ноу-хау) с закреплением прав за Российской Федерацией, от имени которой выступает Госкорпорация «Роскосмос». (ИВМ СО РАН)

3. Программно-технологическое обеспечение системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха промышленного города

Система мониторинга загрязнения атмосферного воздуха промышленного города (Система) – это комплекс специального оборудования и программ-

но-технологических средств для информационного обеспечения задач оперативного мониторинга окружающей среды. В его составе автоматические станции контроля загрязнения атмосферного воздуха, специальные программные средства (встраиваемое ПО, база геопространственных данных экологического мониторинга, сервисы администрирования, веб-портал, подсистемы сбора данных со станций мониторинга и картографической веб-визуализации, адаптированной для настольных компьютеров и мобильных устройств, пользовательский интерфейс) и серверное аппаратное обеспечение (сервера и система хранения данных).

Организован и проведён комплексный научно-исследовательский мониторинг, дана оценка пространственно-временных характеристик загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами в городах, населенных пунктах и промышленных районах.

Система работает в режиме опытной эксплуатации в г. Красноярске более двух лет, в её составе функционирует 25 станций мониторинга. Опыт эксплуатации позволил доработать Систему с учётом замечаний её пользователей. На данный момент она готова к широкому применению в сибирских промышленных городах и сельских поселениях, может быть использована в районах с резко-континентальным климатом.

Система ориентирована на формирование информационно-аналитической основы для научных исследований и разработок, направленных на решение задач улучшения экологической обстановки. Регистрируемая информация необходима для оценки экологической обстановки, способствует получению объективных результатов в решении задач моделирования распространения загрязнений на территории и, как следствие – принятию экологически и экономически обоснованных управленческих решений. Важным фактором внедрения Системы может стать её социально-значимая роль как инструмента для оперативного информирования жителей об экологической ситуации в интуитивно-доступном виде.

Основной отличительной особенностью Системы является её выбор в пользу относительно дешёвых датчиков загрязнения воздуха, достоверность показаний которых обеспечивается их автоматизированной постоянной калибровкой на сертифицированных постах мониторинга воздуха, оснащённых дорогостоящими приборами. В результате появляется возможность развёртывания на территории города сетей мониторинга с большим количеством датчиков, точности измерений которых можно доверять. Подобные решения до недавнего времени практически не применялись, лишь в последние несколько лет они стали набирать популярность за рубежом и в России. Используемое оборудование станций мониторинга российского производства, сертифицированное Росстандартом, успешно себя зарекомендовало в условиях эксплуатации при низких температурах вплоть до -40°C .

В настоящий момент на все основные программные компоненты Системы получены авторские свидетельства на программы ЭВМ в Роспатенте. Рассматриваются возможности получения патента на Систему, патентование оригина-

нального интерфейса в качестве промышленного образца, регистрация логотипа программы как товарного знака. (ИВМ СО РАН).

4. Информационная технология интеллектуального анализа текстов и индикаторов активности сообществ в задачах исследования социально-экономических систем на основе данных социальных медиа

Информационная технология реализована в виде комплекса расширяемых модулей на языке программирования Python. Для синтаксического анализа текстов используются библиотечные функции SyntaxNet, Word2vec. Также применяются методы сетевого анализа социальных сетей (SNA). Работа созданных алгоритмов построена на основе открытых данных сообществ социальной сети «ВКонтакте». Технология учитывает имеющиеся в социальной сети ограничения по количеству запросов в единицу времени, за счёт чего снижается нагрузка на используемые вычислительные ресурсы. В качестве оперативного хранилища используется документоориентированная база данных MongoDB и другие облачные хранилища.

Технология ориентирована на решение задач информационной поддержки муниципального и корпоративного управления в условиях цифровой экономики, в том числе широкого круга задач исследовательского анализа и обеспечения информационной безопасности для широкого спектра объектов.

Разработка готова к практическому применению.

Повышены оперативность и обоснованность принимаемых управленческих решений и мониторинг реакции социосетевого сообщества на различные события.

В настоящее время наибольшее количество информационных систем со схожими функциональными возможностями сосредоточены в секторе маркетинга в социальных сетях и так или иначе нацелены на повышение прибыли различных компаний. Разработанная технология ориентирована на выявление и анализ обсуждаемых в социосетевых сообществах проблем, реакций на события (например, управленческие решения различного уровня), а также предлагаемых в сообществах оценок и вариантов решений различных проблем. Технологическим преимуществом разработки является комплексное использование статистической обработки технических индикаторов социальной активности сообществ (лайки, репосты, комментарии, просмотры и т.п.) и семантический анализ содержания социосетевой коммуникации.

Программные модули зарегистрированы в Роспатенте: программы для ЭВМ № 2020619468, № 2020619469 от 17.08.2020, № 2020667718 от 29.12.2020. (ИИММ КНЦ РАН).

5. Разработка и апробация программных средств для комплексной оценки функционального состояния зрительной системы

Разработанный комплекс программ используется на ПК и может применяться с 3D- (предпочтительно) или 2D-мониторами в медицине, офтальмологии и оптометрии, причем этот комплекс полностью готов к практическому

применению для оценки, тренировки и восстановлению зрительных функций, а также для ранней диагностики и нехирургического или постхирургического восстановления зрительных функций.

Следует отметить, что существующие аналоги тренировочных и диагностических программ чаще всего используют цветовую (анаглифную) сепарацию изображений, реже используется затворный метод сепарации. Оба этих метода предъявления имеют существенные недостатки: сильная бинокулярная конкуренция при использовании цветового метода и существенный дискомфорт при использовании затворного метода. Указанные недостатки снижают эффективность процедур и точность диагностики. Этот комплекс программ ориентирован на поляризационный метод сепарации изображений (пассивные 3D-технологии), который показал гораздо более высокую эффективность и удобство.

На модули программного комплекса получены свидетельства о регистрации: № 2016613669, № 2016613408, № 2015616714, № 2015616714.

Разработанные программы используются в Межотраслевом научно-техническом комплексе «Микрохирургия глаза» им. С.Н. Фёдорова, в Государственном научном центре Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской Федерации, ООО «Центр глазной хирургии». (ИППИ РАН)

6. Модели, методы и алгоритмы проектирования схем на базе отечественных гетерогенных ПЛИС и реконфигурируемых систем на кристалле специального назначения, реализованные в виде комплекса инструментальных средств САПР

Комплекс инструментальных средств обеспечивает автоматизированное проектирование цифровых микросхем на базе гетерогенных программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и реконфигурируемых систем на кристалле (РСнК), содержащих до 50 тыс. логических блоков, а также реконфигурируемую память, блоки цифровой обработки сигналов и фазовой автоподстройки частоты. В составе схем могут быть использованы логические блоки, содержащие разные сочетания логических таблиц и триггерных элементов. Завершена разработка первой версии комплекса.

Комплекс применяется для программного прототипирования (анализа вариантов использования различных вариантов логических блоков и других элементов) и программирования отечественных гетерогенных ПЛИС и реконфигурируемых СнК.

Разработка внедрена и используется для проектирования цифровых интегральных микросхем на базе гетерогенных ПЛИС и реконфигурируемых СнК следующих промышленных серий: 5510ХС, 5510ТС, 1931ВА, 5400ТР.

САПР является средством, в полной мере учитывающим особенности разрабатываемых в РФ схем, что позволит обеспечить полный маршрут автоматизированного проектирования схем на базе отечественных гетерогенных ПЛИС и реконфигурируемых СнК с сокращением длительности цикла разработки на 15–30%.

В отличие от существующих зарубежных систем фирм Altera, Xilinx и других, комплекс является отечественным средством, предусматривающим возможность настройки на гетерогенные ПЛИС и реконфигурируемые СпК с новой архитектурой. Комплекс обеспечивает включение в маршрут проектирования принципиально нового этапа – программного прототипирования, который позволяет провести анализ эффективности использования различных логических блоков для заданного класса применений, причём в отличие от классического прототипирования с использованием готовых кристаллов ПЛИС, до изготовления реального кристалла.

Подготовлены материалы для оформления свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. (ИППМ РАН)

7. Программный комплекс автоматического распознавания элементов русского жестового языка для организации многомодальных человеко-машинных интерфейсов

Разработаны технология и программное обеспечение, которые позволяют эффективно проводить машинный анализ и преобразование элементов (динамических жестов рук) русского жестового языка (РЖЯ) в текст.

К основным группам потенциальных потребителей программного комплекса можно отнести: владельцев сетевых супермаркетов, владельцев торгово-развлекательных центров малой площади, государственные и частные музеи, выставки, центры обслуживания населения (аэропорты, поликлиники, авто- и железнодорожные станции и т.д.), частные и государственные учреждения, напрямую связанные с сурдопедагогикой. Перспективной является интеграция разработанного программного комплекса автоматического распознавания РЖЯ с ассистивными многомодальными информационными роботами.

Разработан экспериментальный образец программного комплекса многомодального (жестового и речевого) человеко-машинного интерфейса MultimodalHMInterface для взаимодействия с разработанным нами прототипом ассистивного робота АМИР, который представляет собой мобильную роботизированную тележку для продуктового супермаркета, обладающую, в частности, следующими функциями: распознавание управляющих голосовых и жестовых команд пользователя; распознавание команд на русском жестовом языке (РЖЯ); наличие сенсорного экрана с графическим интерфейсом; способностью сопровождать пользователя до витрины с интересующим его товаром, до определённого места в магазине (касса, выход, и т.д.); режимом «следуй за мной»; синтезом/генерацией естественной русской речи.

Применение многомодального человеко-машинного интерфейса с речевым и жестовым каналами взаимодействия освободит покупателя от необходимости самостоятельной перевозки приобретенных товаров, а распознавание русского жестового языка и речи сделает роботизированную тележку доступной также для глухих, незрячих и пожилых пользователей.

Данный результат получен при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках проекта по Соглашению № 14.616.21.0095 (075-15-2019-1295) от

12.02.2018 г., выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

Технология защищена патентом на изобретение «Способ многомодального бесконтактного управления мобильным информационным роботом» № 2737231 от 26.11.2020 г., правообладатель: СПб ФИЦ РАН, РФ. (СПИИРАН)

8. Технология и программный комплекс мониторинга состояния водителя транспортного средства

Разработаны технология и аппаратно-программный комплекс для видеомониторинга водителя в кабине транспортного средства путём определения у него опасных состояний: сонливость, отвлечение внимания, непристегнутый ремень безопасности, использование мобильного телефона, курение, приём пищи или напитков, попытки компрометации камеры. Технология основывается на применении сервис-ориентированной архитектуры и методах машинного обучения к решению задачи классификации изображений лица и тела водителя. При определении одного из вышеперечисленных опасных состояний комплекс воспроизводит водителю соответствующее голосовое уведомление, а также передаёт информацию о критическом состоянии в диспетчерский центр. Обнаруженные опасные состояния сопровождаются подтверждающими их видеофрагментами.

Аппаратно-программный комплекс ориентирован на использование в автопарках компаний для снижения аварийности на дорогах общего пользования за счёт видеомониторинга действий водителей и отслеживания их поведения во время управления транспортным средством, предоставляя компаниям возможность применять дисциплинарные взыскания и отстранения от управления транспортными средствами.

Комплекс полностью готов к практическому применению. Испытания показали среднюю точность определения опасных состояний свыше 80%.

Потенциальный технический и социальный эффект заключается в снижении аварийности транспортных средств и, как следствие, смертности людей на дорогах общего пользования, вызванной ослабленным вниманием или засыпанием водителя, управляющего транспортным средством. Экономический эффект от внедрения комплекса в транспортную компанию среднего размера может составлять десятки миллионов рублей за счёт снижения аварийности транспортных средств.

В настоящее время в мире не существует аналогичного, готового к внедрению продукта, осуществляющего комплексный мониторинг состояния водителя транспортного средства, включающий определение вышеперечисленных опасных состояний. Существуют разработки научных групп и стартапов (например, University of Porto, Department of Civil Engineering; Jungo CoDriver; Microsoft, проект HAMS), ориентированные на частичное выполнение такого мониторинга.

Технология защищена патентом на изобретение RU 2703341 C1 «Способ определения опасных состояний на дорогах общего пользования на основе мо-

нитинга ситуации в кабине транспортного средства» от 16.10.2019 г. Право-обладатель: СПб ФИЦ РАН, РФ. (СПИИРАН)

9. Разработка программного комплекса для диагностики начального кератоконуса

Разработанный программный комплекс позволяет оценить вероятность развития кератоконуса у пациента на основе автоматизированного анализа серии изображений оптических срезов роговицы. Программный комплекс включает в себя серверную часть, позволяющую удалённо обрабатывать данные с нескольких офтальмологических диагностических приборов – кератотопографов, и локальный интерфейс, интегрируемый в их программное обеспечение. Использование новых признаков, специфичных к раннему кератоконусу, даёт возможность дифференциальной диагностики этого заболевания и роговичного астигматизма. Предварительное тестирование комплекса на 550 изображениях показало чувствительность диагностической системы к субклиническому кератоконусу более 83% при специфичности более 81%. Интеграция с серийно выпускаемым оборудованием мировых производителей делает возможным широкое использование комплекса.

Областями возможного использования являются клиническая офтальмология: превентивная диагностика в оценке развития клинически проявленного кератоконуса.

Разработка полностью готова к практическому применению.

Только в РФ более 11000 пациентов, ежегодно входящих в наиболее дееспособную возрастную группу населения, могут быть превентивно направлены на стабилизирующую фотодинамическую терапию кератоконуса, что позволит избежать около 3400 операций на органе зрения и 600 случаев инвалидности. С учётом чувствительности метода и средневзвешенных цен на соответствующие медицинские процедуры экономический эффект только от замены операций сквозной кератопластики на процедуру перекрёстного сшивания коллагена – 310 млн руб. ежегодно.

В отличие от известных зарубежных и отечественных разработок предлагаемый метод машинной диагностики основан на использовании морфометрического признака и признака, характеризующего структуру измененной роговицы. Ранее информация о вещественных изменениях тканей роговицы с изображений не захватывалась и не использовалась в системах автоматизированной диагностики кератоконуса. Проведённые коллективом исследования на стыке оптики, биологии и вычислительной техники показали большее сходство признаков, характеризующих вещество роговицы, к начальному кератоконусу. Впервые при разработке средств аппаратной диагностики кератоконуса, для подсистемы принятия решения был применён подход, связанный с построением виртуальной модели испытуемой роговицы, на основе преобладающего класса в результатах классификации нескольких снимков.

Результаты исследования **имеют высокий потенциал** практического использования в практической деятельности офтальмологических учреждений. (ЦИТП РАН)

10. Исследование машиностроительных и междисциплинарных технологий микронного и субмикронного диапазона и нанотехнологий

С использованием технологий микронного и субмикронного (нанометрического) диапазона разработан ряд многослойно-композиционных износостойких покрытий, наносимых на рабочие поверхности металлорежущего инструмента и включающие адгезионный подслоя, переходный и износостойкий слои. Покрытия выполнены в виде чередующихся слоёв тугоплавких соединений (нитридов, карбидов и карбонитридов), легированных алюминием, молибденом и иттрием. Чередующиеся слои, составляющие износостойкий слой, сформированы в виде наноразмерной пространственной решетчатой структуры с толщиной слоя от 0,5 нм до 8,0 нм на основе многокомпонентных тугоплавких соединений, включающих не менее четырёх нитридообразующих металлов, а адгезионный подслоя дополнительно содержит металлы, являющиеся нитридообразующими для износостойкого слоя, и выполнен с толщиной от 20 нм до 40 нм. Разработки могут быть использованы в различных областях машиностроения, медицине и пр.

Разработка полностью готова к практическому применению и внедрена на ряде предприятий (ФГУП ЦАГИ им. Жуковского, АО «Резьбовые Технологии», ОАО НПО «Сатурн» и др.).

Установлено влияние нанослойной структуры покрытий на режущие свойства инструментов. Обеспечено повышение производительности процессов лезвийной обработки металлов за счёт применения рационально подобранных по составу и структуре покрытий. За счёт применения разработанных покрытий можно на 30–50% повысить производительность лезвийной обработки сталей различных групп обрабатываемости, титановых сплавов, а также – углепластиков. Повышение периода стойкости режущего инструмента достигает 4–6 раз при точении и 3–4 раза при фрезеровании.

Сравнительные исследования режущих свойств инструмента с разработанными покрытиями и инструмента с покрытиями, предлагаемыми на рынке ведущими мировыми производителями, показали по ряду позиций соответствие уровню ведущих мировых производителей при существенном снижении себестоимости инструмента, а по ряду позиций было установлено преимущество инструмента с разработанными покрытиями по отношению к имеющемуся на рынке инструменту с покрытиями ведущих мировых производителей.

Подана заявка на патент РФ на изобретение 2020137741 от 18.11.2020 г.

Документально практическое применение подтверждается тем, что **покрытия имеют высокий потенциал** практического использования в производственной деятельности ФГУП ЦАГИ им. Жуковского и Росатома. (ИКТИ РАН)

11. Устройство секвенирования ДНК

Принцип действия устройства основан на эффекте разделения молекул ДНК в тонких капиллярах, заполненных гелем, под воздействием высокого на-

пряжения. Устройство выполняет следующие функции: определение нуклеотидной последовательности (секвенирование) ДНК, фрагментный анализ ДНК и идентификация генетических полиморфизмов. Устройство обеспечивает: автоматическое заполнение капилляра раствором разделяющего полимера; электрокинетический ввод пробы в капилляр из заданной позиции 96-луночного планшета; электрофоретическое разделение фрагментов ДНК при контролируемых значениях силы тока, напряжения и температуры; детектирование сигнала флуоресценции в четырёх каналах – 520, 550, 580 и 607 нм; анализ до 96 образцов без помощи оператора по заданной программе.

Устройство предназначено для установления первичной структуры молекул ДНК, выделенных из биологических образцов (крови и ткани пациентов) при генетических анализах, для санитарного, экологического, медико-биологического и криминалистического контроля и может использоваться при проведении научных и диагностических медико-биологических исследований в научно-исследовательских лабораториях и в медицинских центрах.

Успешно проведены государственные и клинические испытания. Устройство секвенирования ДНК с принадлежностями имеет «Регистрационное удостоверение на медицинское изделие» № РЗН 2015/3474 от 28 декабря 2015 г. и приказом Росздравнадзора допущено к обращению на территории РФ. Серийное производство Устройства секвенирования ДНК совместно осуществляют: ИАП РАН, Общество с ограниченной ответственностью «НПФ Синтол» и ФГУП Экспериментальный завод научного приборостроения РАН (г. Черноголовка). ИАП РАН осуществляет гарантийное и послегарантийное обслуживание. За 2019–2020 годы произведено и реализовано более 60 единиц генетических анализаторов «НАНОФОР-05».

Объём рынка в РФ – примерно 1000 организаций, которые заинтересованы в приобретении Генетических анализаторов «НАНОФОР-05», в том числе научно-исследовательские, клиничко-диагностические и производственные лаборатории, учреждения СЭС и криминалистические лаборатории, больницы и медицинские центры, исследовательские центры при МО и ФСБ РФ. Генетические анализаторы «НАНОФОР-05» являются приборами, способными обеспечить реальное импортозамещение зарубежных аналогов.

Устройство секвенирования ДНК не имеет отечественных аналогов. По своим возможностям не уступает лучшим зарубежным аналогам (ABI Prizm 3500 Applied Biosystems, США), конкурентоспособно и обеспечивает возможность импортозамещения, поскольку при выполнении анализов используются более дешёвые реактивы отечественного производства (Общество с ограниченной ответственностью «НПФ Синтол»).

Заявка на патентование технического решения находится в стадии переоформления.

Устройство секвенирования ДНК входит в комплект молекулярно-биологических средств для выявления, идентификации и генетического типирования патогенных биологических агентов, который приказом Министра обороны РФ № 839 в 2015 году принят на снабжение Вооружённых сил РФ. (ИАП РАН)

12. Акустооптический модулятор рентгеновского излучения для источников синхротронного излучения и лазеров на свободных электронах

Впервые в сагиттальной геометрии дифракции (волновые вектора рентгеновских фотонов и акустической волны взаимно перпендикулярны) реализован высокочастотный акустооптический модулятор рентгеновского излучения для источников синхротронного излучения и лазера на свободных электронах. Принцип модуляции основан на процессе дифракции рентгеновского излучения на импульсах поверхностной акустической волны. Модулятор состоит из пьезоэлектрической подложки, двух преобразователей высокочастотного электрического сигнала в ультразвуковую волну, держателя для крепления устройства по месту использования, снабжённого контактными площадками для подключения источника высокочастотного электрического сигнала. Преобразователи сформированы так, что ультразвуковые волны могут быть запущены во встречных направлениях и расположены на расстоянии, обеспечивающем достижение максимальной амплитуды ультразвуковой волны в промежутке между преобразователями. Пьезоэлектрическая подложка выполнена из материала, обеспечивающего максимальную эффективность Брэгговской дифракции рентгеновского излучения, обладающего термостабильностью акустических свойств и радиационной стойкостью, имеет площадь не менее 1 см^2 . Синхронизация импульсов акустической волны с собственной временной структурой источника синхротронного излучения позволяет выделять излучение от отдельных пакетов электронов длительностью 5 пикосекунд. Предлагаемый модулятор является адаптивным и легко синхронизируется с собственной временной структурой источника синхротронного излучения, что позволяет проводить исследования с временным разрешением 5 пикосекунд.

Высокочастотный модулятор рентгеновского излучения используется для исследования быстропротекающих процессов: химические реакции, биология, рентгеноакустическая микроскопия, EXAFS-спектроскопия с временным разрешением.

Акустооптический модулятор рентгеновского излучения применяется на источнике синхротронного излучения BESSY II (Берлин, Германия).

По сравнению с высокоскоростным механическим модулятором рентгеновского излучения высокочастотный акустооптический модулятор рентгеновского излучения – простое и недорогое мобильное устройство, подстраивающееся под конкретные условия экспериментов как временных характеристик, так и частоты процессов, которое может быть использовано для процессов, протекающих за экстремально короткие времена.

Патент RU 2501000 C1 от 10.12.2013 г.

Большой потенциал применения данного прибора связан с возможностью реализации рентгеновского канала передачи информации. (ИПТМ РАН)

13. Полупроводниковые фотопроводящие устройства для генерации и детектирования электромагнитного излучения терагерцового диапазона

Спроектированы, оптимизированы и созданы фотопроводящие полупроводниковые устройства с повышенной конверсией для генерации и детектирова-

ния широкополосного терагерцового излучения. Динамический диапазон фотопроводящих устройств: 90 дБ, ширина полосы генерации 10 ГГц – 4,5 ТГц, полупроводниковый материал – LT GaAs, InGaAs и сверхрешёточные гетероструктуры InAlAs/InGaAs, максимальный ток утечки от 10 нА до 10 мкА (в зависимости от выбора фотопроводящего материала).

Область возможного использования полученной разработки связана с созданием электронно-компонентной базы устройств, оптоэлектроника и фотоника терагерцового диапазона частот (0,1–5,0 ТГц), импульсные ТГц спектрометры, ТГц фотомиксеры, лазерная оплотехника.

Разработка полностью готова к практическому применению.

Возможный технический и/или экономический эффект от внедрения связан с созданием первых отечественных систем терагерцовой спектроскопии и визуализации (имиджинга) на основе полностью отечественной оптоэлектронной компонентной базы.

Преимущества по сравнению с известными разработками: был увеличен динамический диапазон до 90 дБ, полоса генерации/детектирования 50 ГГц – 4,5 ТГц, усиление в низкочастотной области спектра за счёт плазмонных электронов.

Имеется ряд патентов РФ на изобретение. (ИСВЧПЭ РАН)

14. Приёмопередающий канал связи сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн на основе HEMT (high electron mobility transistor – полевой транзистор с высокой подвижностью электронов) гетероструктур GaN на подложках сапфира

Создан приёмопередающий канал связи сантиметрового диапазона длин волн, который реализован в виде двух микросхем: МИС ГУН (генератор, управляемый напряжением) и МИС преобразователь сигнала, состоящий из интегрированных на один кристалл маломощного усилителя, усилителя мощности и смесителя. Реализация приёмопередающего канала связи предполагает двухкристальную сборку на печатной плате. Отработаны варианты монтажа МИС методом разварки на плату, разварки в корпус, флип-чип монтажа на плату. Рабочий диапазон частот передающего и приёмного каналов варьируется в пределах от 18 ГГц до 25 ГГц. Выходная мощность передающего канала 10–16 дБм, диапазон перестроения частоты ГУН в пределах диапазона рабочих частот не менее 700 МГц, ток потребления 140–200 мА при напряжении питания 8–10 В.

Приёмопередающий канал связи миллиметрового диапазона длин волн реализован в виде однокристалльной МИС с интегрированными антеннами в составе: ГУН, буферный усилитель, смеситель, приёмная и передающая антенны. Отработан монтаж МИС в корпус 7×7 мм с радиопрозрачной крышкой. Рабочий диапазон частот передающего и приёмного каналов варьируется в пределах от 65 до 68 ГГц, эквивалентная изотропная излучаемая мощность не менее 10 дБм, диапазон перестроения частоты ГУН в пределах диапазона рабочих частот не менее 1 ГГц, ток потребления не более 60 мА при напряжении питания 8 В.

Область возможного использования полученной разработки связана с созданием электронной компонентной базы устройств, используемых в аппаратуре радиолокационных систем, систем и комплексов навигации и связи.

Разработка полностью готова к практическому применению.

Возможный технический и/или экономический эффект от внедрения связан с созданием первых приёмопередающих каналов связи отечественного производства сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн на основе гетероструктур GaN для систем навигации и связи.

Разработанные приёмопередающие каналы связи сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн обладают параметрами на уровне зарубежных аналогов.

Имеются несколько патентов РФ на изобретение и зарегистрированные топологии интегральных микросхем. (ИСВЧПЭ РАН)

15. Матричные фотоприёмные модули форматом 640×512 с размером пикселя 15 мкм для среднего ИК диапазона 3–5 мкм, работающие при температуре 110K

Фотоприёмный модуль (ФПМ) обладает высоким температурным разрешением (20 мК) и чувствительностью в инфракрасном (ИК) диапазоне 3–5 мкм, имеет высокую однородность чувствительности по матрице с малым числом неработоспособных элементов (типично менее 0,2%). Отсутствуют кластеры дефектных элементов в центральной зоне 60×60 пикселей.

Формат и размер элементов ФПМ позволяет использовать его для замены устаревших модулей формата 320×256 с размером элемента 30×30 мкм в тепловизионных каналах на основе охлаждаемых ИК фотоприёмных устройств. Подтвержденная испытаниями радиационная стойкость позволяет применять приёмник в условиях космического пространства. Повышенная рабочая температура снижает энергопотребление и масса-габаритные характеристики системы охлаждения, а также повышает её ресурс. В качестве подложки гетероэпитаксиальных структур кадмий-ртуть-теллур (ГЭС КРТ) использован кремний, что гарантирует высокий ресурс фотоприёмника с точки зрения циклов нагрева-охлаждения.

Освоен выпуск до 500 шт. год. В настоящее время изготовлен опытный образец.

Данные ФПМ разработаны ИФП СО РАН, изготавливаются из российских компонентов и не имеют аналогов в России. Могут быть использованы при создании ИК фотоприёмных устройств гражданского и спецприменения.

Разработанные в ИФП СО РАН фотоприёмные модули не уступают по характеристикам зарубежным аналогам, произведённым корпорациями Raytheon technologies, Teledyne Technologies (США).

Устройство считывания сигналов с фотоприёмной матрицы инфракрасного излучения защищено патентом RU0002688953 (дата выдачи 23.05.2019).

Матричные фотоприёмные модули формата 640×512 для среднего ИК диапазона 3–5 мкм **имеют высокий потенциал практического использования.**

Свою готовность в использовании данной разработки подтвердили: АО «Научно-исследовательский институт оптико-электронного приборостроения», ЗАО «Технологический парк космонавтики «ЛИНКОС», АО Производственное объединение «Уральский оптико-механический завод» имени Э.С.Яламова»; ООО «КБ «Луггар». (ИФП СО РАН)

16. Высокостабильный спектральный эллипсометр для контроля ростовых процессов в реальном времени

Высокостабильный спектральный эллипсометр предназначен для контроля основных технологических параметров растущего слоя полупроводниковых структур в условиях высокотехнологичных производств твёрдотельной электроники и разработан с использованием современных схмотехнических решений и уникальной элементной базы, что обеспечивает высокую точность измерений и быстродействие, которое определяется только временем накопления и оцифровки сигналов.

Минимальное время единичного измерения эллипсометра – 1 мсек; время измерения спектра 2,5 сек; спектральный диапазон 350–1050 нм, спектральное разрешение 2,5 нм; погрешность измерения толщины плёнки не более 0,5 нм; чувствительность к изменению толщины плёнки монослоя не менее 0,05 нм; чувствительность к изменению оптических констант не менее 0,0003; погрешность измерения состава не более 0,005 мольных долей.

В использовании высокостабильного спектрального эллипсометра заинтересованы научные учреждения, а также промышленные предприятия высокотехнологичных областей производства, занимающиеся научно-исследовательскими и опытно-технологическими работами в области создания современных функциональных материалов полупроводниковой электроники.

В настоящее время изготовлен опытный образец.

Благодаря своим характеристикам, эллипсометр позволяет осуществлять мониторинг различных ростовых процессов в масштабе реального времени с высокой точностью, проводить измерение состава композиционных материалов и температурный контроль, что, в свою очередь, повышает выход годных структур в технологических процессах. Кроме того, простая и функциональная схема прибора обеспечивает высокую стабильность и надёжность работы в течение длительного времени.

В сравнении с зарубежными аналогами – WOOLLAM M2000 (США), SENTECH SE800 (Германия), HORIBA UVISEL (Франция) – разработанный в ИФП СО РАН высокостабильный спектральный эллипсометр имеет расширенный спектральный диапазон (длинноволновая граница сдвинута от 950 до 1050 нм), более высокую чувствительность к изменению толщины измеряемой плёнки (с 0,1 до 0,05 нм) и её оптических констант (с 0,002 до 0,0003) и значительно более высокое быстродействие (минимальное время единичного измерения сокращено с 45 до 1 мсек; время измерения спектра – с 30 до 2,5 сек).

Измерительная схема эллипсометра защищена патентом РФ № 2303623.

Высокостабильные спектральные эллипсометры используются в установках молекулярно-лучевой эпитаксии гетероструктур на основе кадмий-ртуть-теллур в ИФП СО РАН; разработка передана для опытной эксплуатации в АО НПО «Орион» (г. Москва) (ИФП СО РАН).

17. Методы фемтосекундной лазерной печати мультиплексированными лазерными пучками функциональных элементов ИК фотоники

Разработаны методы, технические решения и экспериментальные образцы дифракционных оптических элементов для реализации сверхбыстрой лазерной печати в тонких плёнках различных материалов упорядоченных массивов микроструктур и наноструктур. При использовании стандартных коммерческих фемтосекундных лазерных систем с частотой следования импульсов до 1 МГц разработанные подходы за счёт использования мультиплексирующих лазерных пучков дифракционных элементов позволяют печатать микроструктуры со скоростью до 107 элементов в секунду при периоде их расположения в массивах до 1 мкм. Разработанные для реализации скоростной лазерной печати дифракционные оптические элементы, помимо стандартных пучков с Гауссовым профилем интенсивности, позволяют также мультиплексировать пучки с комплексным профилем распределения в фокусе, обеспечивая возможность фабрикации массивов элементов сложной формы (например, микроотверстий коаксиальной формы).

Разработанные технологии могут найти применение для высокопроизводительной и малозатратной фабрикации полосовых фильтров для ближнего и среднего ИК-диапазонов спектра [Opt. Lett. 44 (2), 283 (2019); Appl. Surf. Sci. 469, 514 (2019)], функционирующих на эффекте плазмонного резонанса биосенсорных элементов для детектирования показателя преломления жидкостей, газов и тонких плёнок [Nanomaterials 9 (10), 1348 (2019)], сенсорных подложек для детектирования молекулярных соединений в сверхмалых концентрациях методами поверхностно-усиленного ИК-поглощения [Appl. Surf. Sci. 541, 148602 (2021)].

Полная готовность разработки к практическому применению возможна после реализации полноценной стадии ОКР.

Учитывая постепенное удешевление высокочастотных импульсных лазерных источников излучения и улучшение их рабочих характеристик, нарастающая потребность в сверхпрецизионных технологиях лазерной литографии и соответствующих технических решениях по увеличению их точности, функциональности и производительности будет нарастать, являясь очевидной общемировой тенденцией согласно последним анализам рынков производителей лазерного оборудования. Таким образом, разработанные методы и технические решения, обеспечивающие скорость фабрикации до 107 элементов в секунду, могут найти применение в системах высокоточной лазерной записи, позволяя ускорить и удешевить процесс изготовления различных функциональных элементов ИК-фотоники.

Несмотря на заметный проигрыш в разрешении фабрикации микро- и наноструктур в сравнении с существующими вакуумными технологиями, ис-

пользующимися электронные и ионные пучки, лазерные технологии являются в разы более высокопроизводительными, гибкими, дешёвыми и легко масштабируемыми. Вместе с тем, при изготовлении микроструктур и их массивов для ближней и средней ИК-областей спектра, в которых происходит масштабированное увеличение характерных геометрических размеров структур, лазерные технологии вполне удовлетворяют требованиям по разрешению фабрикации, позволяя полностью заменить дорогостоящие аналоги.

Патентная защита на данном этапе не проводилась и может быть проведена на стадии ОКР.

Разработанные научно-технические решения в области прецизионных и высокопроизводительных лазерных технологий **имеют высокий потенциал** практического внедрения, так как могут быть легко интегрированы в коммерческие системы импульсной лазерной литографии отечественного и зарубежного производства. Разработчик: ИАПУ ДВО РАН.

18. База медицинской терминологии и наблюдений

«База медицинской терминологии и наблюдений» предназначена для формализации текстовой информации в информационных ресурсах, таких как: электронная медицинская карта пациента, базы медицинских знаний и данных различных типов. Данный подход способствует упорядочиванию содержимого электронных медицинских записей, ограничит вариативность способов записи, кодирования и применения клинических данных, что необходимо для достижения интероперабельности электронных медицинских записей.

База содержит более 23500 понятий и организована в виде однородной иерархической семантической сети, объём её составляет 8885800 байт. База сформирована на основе онтологии базы медицинской терминологии и наблюдений, которая содержит определения всех классов понятий, связанных с медицинскими терминами и наблюдениями.

«База медицинской терминологии и наблюдений» является универсальным ресурсом, используемым при разработке баз знаний и баз данных для интеллектуальных программных систем поддержки принятия решений в медицине, а также для формирования электронных историй болезни пациентов.

База полностью готова к практическому применению, размещена на облачной платформе IACPaaS (<https://iacpaas.dvo.ru/>) и доступна для всех пользователей.

Технический эффект от внедрения заключается в возможности: разработки на её основе интеллектуальных сервисов, а также использования как основы при создании других информационных ресурсов, описания знаний для решения медицинских задач различного типа (диагностики, лечения, мониторинга лечения). Экономический эффект будет получен в интеллектуальной поддержке деятельности врача при решении им задач практической медицины (ускорение работы, повышение качества решений).

Сформированная база медицинской терминологии представляет собой систематизированный классификатор медицинских терминов и наблюдений, ко-

торый, в отличие от базы SNOMED, представлен на русском языке, в отличие от ресурса Соцмедика доступен для всех заинтересованных пользователей, охватывает все разделы медицины и структурирован по различным медицинским специализациям (профилям).

Получено свидетельство о регистрации в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (№ 2019621179, от 04.07.2019).

Разработчик: ИАПУ ДВО РАН.

19. Программный комплекс (ПК) взаимодействия с открытыми внешними информационными системами космического мониторинга

Разработка обеспечивает потребителей данными дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса в автоматическом режиме.

Программный комплекс обеспечивает автоматический доступ к требуемым потребителям данным во внешних информационных системах. Из 106 зарубежных систем были отобраны 23 основные, позволяющие организовать к ним автоматический доступ. Системы обеспечивают доступ к нескольким тысячам коллекций данных основных мировых поставщиков. Для доступа к системам используется стандарт REST API.

Возможная область применения – разработка глобальных информационных систем доступа к данным дистанционного зондирования Земли из космоса.

В настоящий момент созданы подробная программно-техническая документация и макет ПК. Результаты были уже применены в рамках госконтракта № 1919730200102217000241754/23/С2/2019 по договору ГК «Роскосмос» с АО «Российские космические системы» с целью создания Государственной информационной системы обеспечения потребителей данными дистанционного зондирования Земли из космоса (ГИС ОПД ДЗЗ).

Возможный технический эффект от внедрения состоит в быстром и удобном поиске и получении данных у различных поставщиков, а также в запуске сервисов по обработке выбранных данных. Экономический эффект не подсчитывался, поскольку ГИС ОПД ДЗЗ ещё не завершена.

Полных аналогов создаваемой системы нет. Наиболее востребованными аналогами создаваемой системы являются EOSDIS (США) и Copernicus (Европа). Существующие в них подходы развиты только для обмена данными и метаданными. Взаимодействие систем декларируется, но реально полноценно не реализовано.

Разработка зарегистрирована совместно с рядом предприятий в качестве программы для ЭВМ как часть ГИС ОПД ДЗЗ. Более 50% прав на разработку принадлежит АО «Российские космические системы».

Разработчик: ИАПУ ДВО РАН.

20. Программный модуль автоматизированного проектирования протяжённого трубопровода, встраиваемого в сеть городского водоснабжения

Проблема возникла в связи со старением сетей, встраиванием в существующую городскую среду значительного количества новых многоквартирных до-

мов и невозможностью обеспечения потребителей нормированным количеством воды по существующим сетям. Проблема может быть решена только посредством встраивания в существующую сеть протяжённых трубопроводов (ПТ).

Назначение разработки – автоматизированное проектирование протяжённых трубопроводов (ПТ), встраиваемых в существующую сеть городского водоснабжения.

К числу основных технических параметров программного модуля можно отнести коэффициенты в формуле Дарси-Вейсбаха, отражающие зависимость удельных потерь напора от величины потока, материала и диаметра труб, а также коэффициенты, отражающие зависимость удельных затрат на создание и эксплуатацию трубопровода.

Областью возможного применения является автоматизированное проектирование ПТ. Программная система предназначена для проектных организаций.

Программный модуль полностью готов к практическому применению.

Экономический эффект состоит в том, что затраты на создание ПТ снижаются на 20–25% в сравнении с инженерным проектированием.

Достоинство программного модуля состоит в том, что на основе развития, обобщения и формализации многолетнего инженерного подхода в проектировании, состоящего в равномерном распределении нагрузки (давления воды) по трубопроводу:

1) обеспечивается «мягкая» оптимизация ПТ, сочетающая надёжность и оптимальность;

2) получены аналитические формулы определения диаметров труб по трассе ПТ;

3) осуществляется визуализация проектирования трассы ПТ на карте города, формирующейся на основе спутниковых снимков и цифровой модели высот Земли SRTM, находящихся в свободном доступе и предназначенных для использования в научных и гражданских приложениях.

Сравнение характеристик программного модуля с имеющимися разработками – существующие разработки не обладают достоинствами 1) и 2) и не ориентированы на проектирование ПТ.

Патентоспособность программного модуля основана на указанных выше преимуществах. Подана заявка на получение свидетельства о государственной регистрации программы «Компьютерное проектирование протяжённого трубопровода, встраиваемого в сеть городского водоснабжения».

Разработчик: ИИПРУ КБНЦ РАН.

21. Альтернативные технологические процессы прецизионного глубокого плазмохимического травления кремния

Разработка предназначена для плазменного анизотропного травления кремниевых структур микро- и нанoeлектроники, 3D интеграции СБИС, устройств микросистемной техники там, где требуется низкая шероховатость боковых стенок структуры, отсутствие остаточных загрязнений поверхностей травления.

Развиты два альтернативных подхода к глубокому анизотропному травлению кремния: 1) Разработаны криогенные плазменно-технологические процессы для формирования высокоаспектных структур кремния с минимальной шероховатостью $\text{Peak/Peak} < 20$ нм для микроэлектроники и < 10 нм для структур преломляющей рентгеновской оптики. Скорость анизотропного травления 2–4 мкм/мин. Применены новые подходы для сохранения геометрии формируемых структур управлением *in situ* параметров технологического процесса вплоть до глубины 120 мкм. 2) Впервые предложен и запатентован новый циклический процесс травления кремния OxiEtch, основанный на повторяющихся шагах низкотемпературного плазмостимулированного окисления и травления кремния в плотной плазме низкого давления. Преимуществами технологии OxiEtch являются отсутствие полимерных загрязнений и минимизация электрических утечек в приборных структурах. Скорость анизотропного травления структур – до 4 мкм/мин. Исследования показали высокую воспроизводимость и устойчивость технологии.

Разработанные технологии глубокого анизотропного травления кремния могут быть применены в микроэлектронике, в том числе для создания TSV-отверстий 3D-интеграции СБИС, структур МЭМС, суперконденсаторов высокой ёмкости. Представляется перспективным применение глубокого анизотропного травления с вертикальными стенками и низкой шероховатостью поверхностей травления для формирования элементов преломляющей рентгеновской оптики, требующей нанометровой точности размеров на преломляющих поверхностях.

Процессы реализованы на коммерческом оборудовании (Plasmalab Dual, OIPT, Великобритания) и могут выполняться на опытно-промышленном оборудовании для плазмохимического травления с источниками плотной плазмы низкого давления. Разработанные технологии имеют уровень опытно-промышленных процессов для пластин диаметром 200 мм.

Экономический эффект от применения связан с возможностью исключения процессов очистки микроструктур от полимерной плёнки, образующейся в Bosch-процессе. Как правило, для проведения операций по очистке полученных кремниевых структур от полимерного загрязнения требуется проведение нескольких процессов как плазменной обработки, так и жидкостного травления, что значительно усложняет производственный цикл.

Предложенные процессы OxiEtch не уступают используемому Bosch-процессу в степени шероховатости полученных структур (менее 20 нм на боковых стенках) и имеют те же области применения, формируя структуры с улучшенными характеристиками. Точность передачи размеров литографии разработанными криогенными процессами плазменного глубокого травления превосходит параметры известного Bosch-процесса, шероховатость стенок может составлять менее 10 нм на длине 30 мкм.

Разработка циклического процесса анизотропного травления в двухшаговом цикле «окисление-травление» защищена патентом РФ RU 2691758 от 18.06.2019. Результаты, полученные по направлению криогенного глубокого

травления кремния, представляют собой ноу-хау ФТИАН им. К.А. Валиева РАН и являются патентоспособными.

Разработчик: ФТИАН им. К.А. Валиева РАН.

22. Средства обработки гетерогенных данных экологической безопасности, интегрированные в геоинформационную систему

Предложена методика разработки модулей расширения для ГИС QGIS, обеспечивающих импорт данных электронных таблиц в базу данных геоинформационной системы, протестированная при решении задач экологической безопасности.

Методика позволяет создавать модули импорта на языке Python в сжатые сроки с использованием библиотек PyQt (для создания пользовательского интерфейса) и orepruxl (для обработки табличных данных).

Полученные результаты предназначены для решения задач визуализации средствами ГИС QGIS пространственно-зависимых данных, изначально хранящихся в электронных таблицах. В частности, при решении задач экологической безопасности результаты использованы для составления экологических атласов и электронных карт.

Результат готов к практическому применению.

Разработанные в соответствии с предложенной методикой программные модули позволяют работать с современными форматами хранения табличных данных, исключают промежуточные операции и снижают временные затраты на импорт больших объёмов данных из электронных таблиц в электронную карту QGIS. Реализация таких возможностей снижает вероятность возникновения ошибок при обработке данных.

Модули импорта данных, разработанные в соответствии с предлагаемой методикой, лишены недостатков, присущих встроенным средствам импорта QGIS. Они позволяют использовать формат XLSX, что исключает необходимость преобразования исходной атрибутивной информации в простой текст с разделителями, и импортировать данные непосредственно в нужный слой электронной карты без создания промежуточных слоёв и объединения данных.

Созданный на основе методики программный продукт зарегистрирован в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатент) – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019612504 от 21 февраля 2019 г. «Модуль импорта данных об уровне загрязнения водоёмов».

Разработчик: ИИММ КНЦ РАН.

23. Устройство для проведения полимеразной цепной реакции в реальном времени АНК (АНК-32) и АНК-М (АНК-48)

Устройства АНК (Анализаторы Нуклеиновых Кислот) предназначены для групповой идентификации микроорганизмов методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ), для качественного и количественного определения фрагментов нуклеиновых кислот, а также для определения температуры плавления фрагментов ДНК.

Основные технические параметры устройств АНК и АНК-М:

- размещение 32 или 48 стандартных пробирок объемом 0,2 мл.;
- установка и индикация температуры от 20 °С до 99 °С с дискретностью 1 °С;
- средняя скорость изменения температуры в цикле 45 °С – 95 °С – 45 °С – не менее 2,5 °С/с.;
- количество каналов возбуждения и регистрации флуоресценции – 5 (не менее);
- порог чувствительности по флуоресцеину – не более 5×10^{-9} моль/л;
- габаритные размеры – не более 300×520×430 мм;
- масса – не более 30 кг;
- потребляемая мощность – не более 800 ВА;
- средний срок службы – не менее 5 лет;
- срок гарантии – 2 года.

В России существует порядка 1500 организаций, потенциально заинтересованных в приобретении *Устройств АНК*: научные и производственные лаборатории (биологические, химические, экологические, генетические), а также лаборатории СЭС и клинические лаборатории поликлиник и больниц для генетических анализов биологических образцов (крови и ткани пациентов), а также для санитарного, экологического, медико-биологического и криминалистического контроля.

Успешно проведены государственные и клинические испытания, серийное производство *Устройств АНК* совместно осуществляют Институт аналитического приборостроения РАН и Общество с ограниченной ответственностью «НПФ Синтол» (реактивы, наборы и тест-системы для ПЦР-РВ).

Устройства АНК в 2019 году изготовлены в количестве 10 шт., что позволяет говорить об импортозамещении на сумму не менее 8 млн руб. С учётом того, что с 2006 г. было выпущено порядка 300 приборов АНК различного типа, объём импортозамещения оценивается суммой не менее 250 млн рублей. Если же исходить от средней цены аналогичных приборов на мировом рынке в 0,04 млн руб., то объём импортозамещения оценивается величиной 12 млн руб.

За счёт отечественных реактивов себестоимость каждого анализа снижена более чем в 4 раза по сравнению с анализами на импортных приборах, что увеличивает объём импортозамещения до 100 млн руб.

Актуальность и востребованность данного типа приборов весьма велика и постоянно растёт, что подтверждается такими событиями, как вспышка коронавирусной инфекции в Китае, и более ранними: сибирская язва в Ямало-Ненецком АО, лихорадка Эбола в африканских государствах.

По своим возможностям *Устройства АНК* не уступают лучшим зарубежным аналогам (7500 Fast Real-Time PCRSytem “Life Technologies” Step One Plus “Life Technologies”; Stratagene MX3005P “Agilent”; The Light Cycler R 96 System “Roche Diagnostics GmbH” и Dtpriime «ДНК-технология»).

Устройство АНК имеет регистрационное удостоверение Росздравнадзора № ФСР 2010/08892 от 21.09.2015 г., срок действия не ограничен. Приказом

Росздравнадзора допущено к обращению на территории РФ в качестве изделия медицинской техники.

Устройства АНК сертифицированы как средство измерения (регистрационный № 70436-18 от 26.02.2018 г. Государственного реестра Росстандарта «Об утверждении типов средств измерения»).

Имеется патент РФ «Устройство для одновременного контроля в реальном масштабе времени множества амплификаций нуклеиновой кислоты» № 2418289 от 10.05.2011 г.

Разработчик: ИАП РАН.

24. Плёнки MgBaF_4 и BaY_2F_8 для многослойных интерференционных покрытий в области от 1,0 до 11 мкм

Тонкие оптические плёнки MgBaF_4 и BaY_2F_8 используются как одиночные интерференционные, так и в составе многослойных интерференционных покрытий с чередующимися слоями из плёнообразующего материала (ПОМ) с относительно высоким показателем преломления в диапазоне длин волн от 0,2 до (12–15) мкм. Эти материалы предназначены для изготовления просветляющих, светоделительных, спектроделительных, высокоотражающих, поляризующих, фильтрующих и др. покрытий в спектральном диапазоне от 1,0 до 11 мкм.

Плёнка MgBaF_4 : показатель преломления 1,438 на длине волны 0,633 мкм и 1,37–1,38 на длине волны 10 мкм.

Плёнка BaY_2F_8 : показатель преломления 1,480 на длине волны 0,633 мкм и 1,37–1,38 на длине волны 10 мкм.

Для плёнок MgBaF_4 и BaY_2F_8 коэффициент экстинкции в диапазоне (0,633–10) мкм менее 0,001. Коэффициент светорассеяния на пропускание на длине волны 620 нм менее 0,06% при толщине плёнки около 1 мкм. Плёнки MgBaF_4 и BaY_2F_8 обладают умеренными растягивающими механическими напряжениями, что позволяет им формировать устойчивые лучестойкие многослойные интерференционные покрытия с плёнками сульфида цинка или селенида цинка.

Многослойные интерференционные покрытия применяются в лазерной и медицинской технике, спектроскопии, зондировании атмосферы, специальной технике и в других областях, где используется излучение спектрального диапазона от 1,0 до 11 мкм.

Многолетний опыт работы с заказчиками (с 2008 г.) по изготовлению многослойных интерференционных покрытий для спектрального диапазона от 1,0 до 11 мкм позволяет определить 100% готовность к практическому применению.

Применение плёнок двойных фторидов MgBaF_4 и BaY_2F_8 в составе многослойных интерференционных покрытий различного функционального назначения (просветляющие, светоделительные, спектроделительные, зеркальные, поляризующие, фильтрующие и др.) в том числе для оптических элементов лазерных систем особенно в ИК-области даст как технический, так и экономический эффекты.

По сравнению с широко известными простыми фторидами плёнки двойных фторидов MgBaF_4 и BaY_2F_8 за счёт меньших оптических потерь высокой плотности позволяют формировать многослойные интерференционные лучестойкие высокостабильные покрытия с рабочим диапазоном длин волн (0,2–15) мкм. Наиболее существенно это преимущество проявляется в ИК-диапазоне.

Разработчик: ИПЛИТ РАН.

ЭНЕРГЕТИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ, МЕХАНИКА И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

1. Институтом проблем безопасного развития атомной энергетики РАН создан программный комплекс для математического моделирования переноса радиоактивных загрязнений стоками поверхностных вод в районах радиационно-опасных объектов с учётом особенности рельефа местности. Этим обеспечивается принятие решений в авариях при разрушении гидротехнических сооружений. (ИБРАЭ РАН)

2. Институтом электрофизики и электроэнергетики РАН разработаны основы новой области фундаментальной науки – плазменной аэродинамики и создана уникальная многоразрядная актуаторная система для получения непрерывного воздушного потока в пограничном слое на аэродинамических поверхностях. (ИЭЭ РАН)

3. Институтом систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН разработан научно-методический инструментарий обоснования развития электроэнергетических систем Российской Федерации в условиях дорегулирования технологической и пространственной интеграции. При этом впервые, кроме технико-экономических параметров, введён учёт организационных факторов. Разработанная концептуально-методическая база и модельно-вычислительный инструментарий резко повышают качественный уровень при детализации исследования эффективности российских энергетических систем. Инструментарий апробирован в ряде исследований, в частности, в направлении развития гидроэнергетики Российской Федерации до 2050 года при формировании межгосударственного энергообъединения Северо-Восточной Азии. (ИСЭМ СО РАН)

4. Новая производственная технология формообразования металлических материалов, основанная на сверхпластической формовке и сварке давлением

Описание результата. Разработана новая производственная технология изготовления сложных ячеистых конструкций ответственного назначения для авиационной, космической техники и энергетики, основанная на формообразовании изделий с помощью комбинации сверхпластической формовки (СПФ) и сварки давлением (СД) листовых металлических полуфабрикатов – интегрального метода СПФ/СД. Целенаправленное формирование ультрамелкозернистой структуры в листовых полуфабрикатах позволяет существенно снизить температуру процессов СПФ/СД, их энергоёмкость, повысить коэффициент использования материала за счёт уменьшения количества конструктивных элементов и эксплуатационные характеристики ячеистых конструкций, а также изготавливать изделия, которые невозможно получать другими способами.

Применение. Способ изготовления сложных ячеистых конструкций на основе интегрального метода СПФ/СД был реализован на практике в технологии изготовления ключевого элемента отечественного авиационного двигателя нового поколения ПД-14 для самолёта МС-21 – полый широкохордной лопатки вентилятора из титанового сплава ВТ6. Разработанная технология разрушила мировую монополию фирмы Rolls-Royce по изготовлению полых лопатки вентилятора и имеет преимущества перед зарубежным аналогом. Способ, составляющий её основу, защищён патентом РФ и патентами 26 зарубежных стран. Разработанная технология внедрена в серийное производство на предприятии ПАО «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение». (ИПСМ РАН)

5. Разработана автоматизированная система мониторинга деформационных процессов строительных и инженерных конструкций, позволяющая в режиме он-лайн осуществлять контроль и прогноз перехода в критическое состояние во всех элементах конструкции по результатам измерений совокупности дискретно распределённых датчиков. Один из вариантов этой системы использован для контроля и прогноза деформационной безопасности 40 многоэтажных жилых домов на территории, где на строительные сооружения оказывают деформационное воздействие горные выработки. Другой вариант этой системы установлен на уникальной высотной надшахтной конструкции скипового ствола ОАО «Беларусь калий» (гор. Петриков, Республика Беларусь). (ИМСС УрО РАН)

6. На основе данных полевых измерений и трёхмерного численного моделирования разработана технология селективного забора воды из стратифицированных водных объектов, позволяющая обеспечить нормативное качество воды без создания специальных дорогостоящих очистных сооружений по снижению жёсткости воды. Данная технология внедрена на основном Пермском водозаборе Чусовских очистных сооружений. В настоящее время готовится внедрение данной технологии на водозаборе БКПРУ-4 ПАО «Урал-калий», расположенном на Верхне-Зыряновском водохранилище. (ИМСС УрО РАН)

7. Разработана технология повышения продуктивности скважин и нефтеотдачи пластов методом направленной разгрузки

Описание результата. Разработана и успешно опробована на нефтяных месторождениях новая технология повышения продуктивности скважин и нефтеотдачи пластов – метод направленной разгрузки пласта. Значительное повышение проницаемости призабойной зоны скважины достигается путём создания в ней напряжённого состояния, вызывающего растрескивание породы с образованием системы микро- и макротрещин, обеспечивающих хорошую гидродинамическую связь продуктивного пласта и скважины. Необходимые напряжения создаются понижением давления в скважине до необходимого уровня и выбором определённой геометрии забоя: перфорации определённого вида и плотности, снятия части обсадки, нарезания ориентированных щелей.

Параметры необходимого воздействия определяются путём испытаний кернов на Испытательной системе трёхосного независимого нагружения ИПМех РАН, позволяющей создавать в образцах породы реальные напряжения с одновременным измерением проницаемости. Метод апробирован на нескольких нефтяных месторождениях, где получено кратное увеличение производительности эксплуатационных и нагнетательных скважин. Метод не требует специального оборудования и является экологически чистым. В настоящее время ведутся переговоры с руководством ПАО «Газпром» о проведении опытно-промысловых работ по методу направленной разгрузки пласта на газовых скважинах. Есть основания полагать, что эффект его применения будет не меньшим, чем на нефтяных скважинах, а реализация – проще. (ИПМех РАН)

8. Нано-SiC на кремнии – новый материал для микро, нано- и оптоэлектроники

Описание результата. В рамках направления фундаментальных исследований ПФНИ ГАН 2013–2020 в ИПМаш РАН разработан метод твёрдофазной эпитаксии низкодефектных плёнок широкозонных полупроводников, полупроводников на кремниевых подложках для микро- и оптоэлектроники. Была разработана, экспериментально апробирована и защищена патентами (17 патентов) принципиально новая, дешёвая технология получения нового материала нанокарбида кремния на кремнии. Технология основана на замещении части атомов в кремнии на атомы углерода без разрушения кремниевой основы. Впервые в мировой практике реализован метод последовательной замены атомов одного сорта другими прямо внутри исходного кристалла без разрушения его кристаллической структуры, который напоминает «генетический синтез» белковых структур в биологии. При этом за счет расчёта, учитывающего механические свойства разнородных материалов, качество структуры слоёв, полученных данным методом, значительно превосходит качество плёнок карбида кремния, выращенных на кремниевых подложках ведущими мировыми компаниями. Технология не имеет мировых аналогов по простоте и дешевизне.

Проведённые исследования не только формируют новое научное направление, но и являются основой создания высокотехнологичного производства монокристаллических слоёв карбида кремния на кремниевых подложках.

За последние годы работа прошла стадию НИОКР. Создано опытное производство и выпускаются пластины со слоями SiC/Si, AlN/SiC/Si, GaN/AlN/SiC/Si и AlGaN/SiC/Si. Подложки Si с буферным слоем SiC широко используются рядом университетов и академических институтов (СПб государственный университет, СПб академический университет, ФТИ им. А.Ф. Иоффе). Уже синтезированы светодиоды и начаты работы по созданию пирозлектрических датчиков, датчиков ночного видения, стабильно работающих в широком диапазоне температур и акустических мембран на слоях AlN/SiC/Si. (ИПМаш РАН)

ХИМИЯ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

1. Технология производства противотурбулентных присадок. Запуск нового завода

Совместно с коллегами из МГУ им. М.В. Ломоносова, ИОС УрО РАН, НИИ «Транснефть» и ООО «Ника-Петротэк» создана инновационная импортозамещающая технология получения сверхвысокомолекулярных полиолефинов суспензионной полимеризацией альфа-олефинов в перфторалканах с использованием разработанных в ИНХС РАН наноразмерных титан-магниевого катализаторов.

Полученные сверхвысокомолекулярные полиолефины ($M_n > 10$ млн Да) являются эффективными противотурбулентными присадками (ПТП). Применение ПТП в количестве 10 ppm позволяет существенно понизить турбулентность в потоке перекачиваемой нефти, уменьшить гидравлическое сопротивление, сократить энергозатраты и увеличить пропускную способность трубопровода на 20–25 %, а также повысить срок эксплуатации оборудования.

В сентябре 2019 года на территории особой экономической зоны «Алабуга» (Республика Татарстан) «Транснефть» запустила первый в России завод по производству сверхвысокомолекулярного полигексена. В текущем году будет произведено 600 тонн ПТП, в дальнейшем мощность планируется довести до 3000 т/год, а в перспективе – до 10 тысяч тонн. Экономия только от собственного производства «Транснефть» составит от 100 до 250 млн руб./год.

ПТП на основе сверхвысокомолекулярного полигексена по качеству не уступают зарубежным аналогам, а при низких температурах демонстрируют более высокую стабильность. Исследования по созданию новых технологий производства ПТП продолжаются. В дальнейшем планируется расширить номенклатуру производимых присадок, разработать технологию их получения на основе доступного продукта нефтехимии – этилена.

Работа защищена патентами РФ.

Разработчик: ИНХС РАН

2. Противозипелитический препарат ДИБУФЕЛОН®

В 2019 году завершено создание первого отечественного противозипелитического препарата – Фенозан-кислота (3-(3,5-дитретбутил-4-оксифенил) пропионовая кислота) ($C_{17}H_{26}O_3$). Препарат впервые синтезирован и всесторонне изучен в ИБХФ РАН в рамках институтской программы синтеза и исследования биологических свойств антиоксидантов из класса пространственно-затруднённых фенолов.

Фенозан-кислота стабилизирует нейрональные мембраны посредством торможения процессов перекисного окисления и изменения состава липидов клеточных мембран головного мозга и оказывает нейропротекторное действие. Важным свойством фенозан-кислоты является способность нормализовать процессы возбуждения в центральной нервной системе (ЦНС), предупреждать развитие судорожных припадков и устранять эпилептиформную активность.

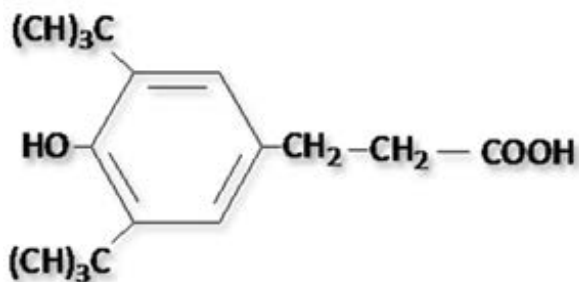


Рис. 39. Фенозан-кислота

Проведены доклинические токсикологические исследования, установлена безопасность перорального приёма препарата. Фенозан-кислота не только не обладает канцерогенностью, но и способна предупреждать развитие опухолей, что указывает на перспективность её использования в качестве лекарственного средства для профилактики возникновения опухолей. Была разработана лекарственная форма препарата – твёрдые желатиновые капсулы. В настоящее время фенозан-кислота позиционируется как перспективный противоэпилептический препарат.

Совместно с отечественной фармацевтической компанией ООО «ПИК-ФАРМА» были организованы клинические испытания препарата, в результате которых установлена эффективность, безопасность и хорошая переносимость препарата, применяемого в составе комбинированной противоэпилептической терапии. Фенозан-кислота оказывает нейротропное действие, улучшает интеллектуально-мнестические и когнитивные функции у пациентов с эпилепсией, способствует уменьшению неврологического дефицита и улучшению их повседневной двигательной активности.

По результатам клинических испытаний препарат разрешён Минздравом РФ под названием **ДИБУФЕЛОН®** (МНН-фенозановая кислота) для промышленного производства и медицинского применения в качестве противоэпилептического средства при парциальной эпилепсии. Препарат внесён в Государственный реестр лекарственных средств РФ (ЛП-005332 от 31.01.2019). Выпуск препарата осуществляется на производственных площадях ООО «ПИК ФАРМА» с 2020 года.

Дибуфелон – официальная инструкция по применению, зарегистрированная Минздравом РФ (по grls.rosminzdrav.ru).

Регистрационный номер: ЛП-005332.

Торговое наименование: Дибуфелон.

Международное непатентованное наименование (группировочное наименование): фенозановая кислота.

Лекарственная форма: капсулы.

Фармакотерапевтическая группа: противоэпилептическое средство.

Разработчик: ИБХФ РАН, авторы: Е.Б. Бурлакова, В.В. Ершов, Д.Б. Корман.

3. Создание сэндвичевого диагностикума «GalMAg-ИФА» для обнаружения галактоманнанового маркера грибкового заболевания инвазивного аспергиллёза, опережающего по специфичности лучший зарубежный аналог

Успешно проведены испытания сэндвичевого диагностикума «GalMAg-ИФА» для обнаружения галактоманнанового маркера опаснейшего грибкового заболевания инвазивного аспергиллёза, вызываемого грибковым патогеном *Aspergillus fumigatus* («чёрная гниль»).

Диагностикум зарегистрирован в Росздравнадзоре РФ (РЗН 2019/8791, срок действия РУ: бессрочно) и позволяет осуществлять достоверное обнаружение галактоманнана при концентрации < 1 нг/мл. Разработка данного высокотехнологичного продукта стала возможной благодаря открытию в ИОХ РАН нового процесса в органической химии – пиранозид-фуранозидной перегруппировки, с помощью которой успешно проведён синтез функционализированных олигосахаридов, структурно родственных фрагментам галактоманнана. С использованием этих соединений в ИБХФМ СО РАН получено гомологичное моноклональное антитело, используемое в диагностикуме вместе с синтетическим углеводным компонентом. На производственной базе ООО ХЕМА организовано производство диагностикума, который уже используется в специализированных лечебных организациях.

С использованием синтетических олигосахаридов, структурно родственных фрагментам галактоманнана, показано, что наиболее широко используемый сегодня в мире диагностикум для обнаружения галактоманнана, ошибочно определяет этот маркер.

Работа поддержана грантом РФФИ № 19-73-30017 [*Heliyon*, 5 (2019) e01173].

Разработчик: ИОХ РАН совместно с ИБХФМ СО РАН и ООО ХЕМА; авторы: Н.Э. Нифантьев, В.Б. Крылов, Н.В. Тикунова, А.Л. Матвеев, Ю.С. Лебедин, Е.С. Кострыкина.

4. Эффективный и безопасный метод получения базовых компонентов высокоэнергетических материалов

Разработан эффективный и безопасный метод получения нитроглицерина, этиленгликоль динитрата и других базовых компонентов высокоэнергетических материалов путём нитрования соответствующих спиртов пятиокисью азота в потоке сжиженного газа (тетрафторэтана). Процессы флюидного нитрования никогда раньше не проводили в проточном режиме. Созданная для этого уникальная установка на два порядка превосходит по производительности соответствующие периодические процессы. Время пребывания реагентов в активной зоне установки не превышает одной минуты, а их концентрация минимальна, что значительно уменьшает взрывоопасность процесса по сравнению с соответствующими реакциями в аппаратах периодического действия. Система конденсаторов на выходе из реакторного узла позволяет полностью улавливать флюид и вновь возвращать его в процесс нитрования, исключая попадание в атмосферу, что делает проточный метод экологичным и экономичным.

Разработчик: ИОХ РАН; авторы: С.Г. Злотин, И.В. Кучуров, М.Н. Жарков.

5. Полиимидные нетканые материалы

Методом электроформования впервые получены полиимидные (ПИ) нетканые материалы (рис. 40) из водного раствора соли полиамидокислоты (ПАК) на основе пиромеллитового диангида, 4,4'-диаминодифенилового эфира и триэтиламина. Разработанный нетканый материал термически стабилен (рис. 41) до $\sim 600^\circ\text{C}$ (температура потери образцом 5% массы). Температура стеклования ПИ нетканого образца составляет $\sim 380^\circ\text{C}$. Полученные электроформованием из спиртоводных растворов ПАК с последующей термической обработкой ПИ нетканые материалы благодаря экологичности метода, высоким термическим и механическим свойствам могут применяться в качестве фильтра высокотемпературных продуктов переработки или носителей (матриц) клеточных культур для их хранения при температуре жидкого азота.

Публикация:

Светличный В.М., Ваганов Г.В., Мягкова Л.А., Бугров А.Н., Чирятьева А.Е., Власова Е.Н., Иванькова Е.М., Елоховский В.Ю., Попова Е.Н., Смирнова В.Е., Юдин В.Е. Электроформование водных растворов триэтиламмониной соли полиамидокислоты и свойства полиимидного нетканого материала // Статья принята к публикации в 2019 г. в журнале «Высокомолекулярные соединения».

Разработчик: ИВС РАН.

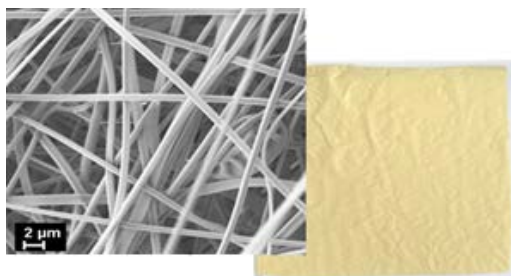


Рис. 40. Внешний вид (справа) ПИ нетканого материала и его увеличенный вид (слева) в поле электронного микроскопа (СЭМ)

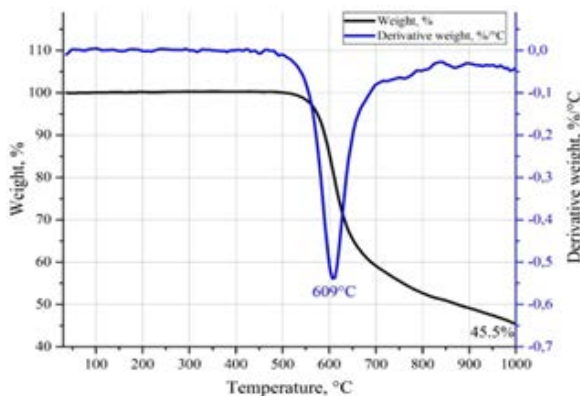


Рис. 41. Термогравиметрический анализ ПИ нетканого материала

6. Автономная система вакуумирования компактных объёмов

При создании автономных необитаемых подводных аппаратов нового поколения особое внимание уделяется повышению их автономности, увеличению дальности хода. Для решения этой задачи перспективным направлением является разработка самоходных многоцелевых подводных аппаратов, оснащённых компактной атомной энергетической установкой. На стадии запуска силовой установки возникает задача оперативного вакуумирования компактных объёмов, предварительно заполненных газом. Традиционные методы вакуумирования для этих целей имеют целый ряд недостатков: увеличивают энергетические затраты, являются источником дополнительных гидроакустических шумов и демаскирующего эффекта от выброса газов. Сотрудниками ИСМАН разработана принципиально новая автономная система вакуумирования, основанная на принципе поглощения газа в режиме фильтрационного горения, когда газ вступает в химическую реакцию с твёрдым реагентом с образованием твёрдофазных продуктов. Система представляет собой комплект пакетов кассет, заполненных газопоглощающими титановыми таблетками и инициаторами, которые срабатывают от подачи кратковременного импульса тока, и далее запускается самоподдерживающийся процесс поглощения газа с достижением заданного давления в вакуумируемом объёме за определённый интервал времени (рис. 42).

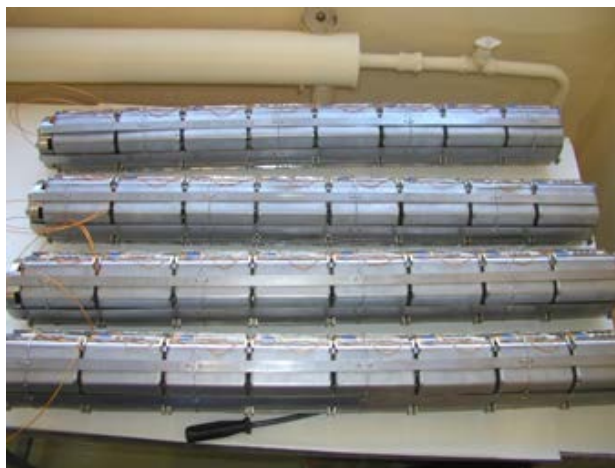


Рис. 42. Пакеты кассет системы поглощения газов

Сотрудниками ИСМАН выполнен большой комплекс теоретических, экспериментальных, конструкторских и технологических работ по определению электрических, тепловых и газодинамических характеристик работы всей системы вакуумирования. В результате этих работ разработан комплект технической документации (РКД, ТИ, ТУ).

В сентябре 2018 года в ОАО «Калужский турбинный завод» система, изготовленная в ИСМАН, успешно прошла полномасштабные межведомственные

испытания. Совместным решением № 384/1317-19 от 25 марта 2019 года уполномоченных структур Министерства обороны, АО «Центральное конструкторское бюро морской техники «Рубин» и ОАО «Калужский турбинный завод» ИСМАН назначен головным изготовителем пакетов кассет системы поглощения газа (СПГ). В настоящее время в ИСМАН в рамках гособоронзаказа по запросу заказчиков (ОАО «Калужский турбинный завод», ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова») изготавливаются и поставляются опытные партии пакетов кассет СПГ.

Разработчик: ИСМАН, автор Грачев В.В.

7. Создание долговечных противообледенительных покрытий для эксплуатации в условиях атмосферного обледенения

Атмосферное обледенение стало глобальной проблемой из-за опасных последствий отложения льда для воздушного, наземного и морского транспорта и инфраструктуры. Лydroфобные поверхности, благодаря своим физико-химическим свойствам, способствуют уменьшению скопления льда и снега в условиях окружающей среды. Однако серьёзной проблемой большинства супергидрофобных/льдофобных покрытий, ориентированных на защиту от атмосферного обледенения, является низкая эксплуатационная долговечность. В работе выполнен анализ механизмов, ответственных за льдофобность поверхности. Показано, что высокие барьеры нуклеации льда из переохлажденной воды и из паров, стойкость к плёночной конденсации, большие времена задержки кристаллизации жидких капель являются необходимыми атрибутами льдофобных покрытий. На основе лабораторных и климатических экспериментов показано, что для долговечности противообледенительных свойств покрытия необходима химическая, коррозионная и механическая стойкость этого покрытия в эксплуатационных условиях. При этом требуется обеспечить механическую стойкость как к напряжениям в зоне трёхфазного контакта, возникающим на поверхности материала при фазовом переходе, так и к абразивным нагрузкам, вызываемым абразивным воздействием пылевых частиц и ледяных кристаллов. На основе проведённого анализа была разработана стратегия получения льдофобных покрытий, основанная на тонкой настройке как режимов лазерной обработки, так и протоколов осаждения гидрофобного агента на текстурированную поверхность, обеспечивающая требуемые свойства покрытий. Лабораторные испытания показали, что на сегодняшний день покрытия, разработанные в ИФХЭ РАН, демонстрируют рекордные времена задержки как кристаллизации водных капель при низких отрицательных температурах, так и образования инея из паров (рис. 43). Проведённые трёхлетние испытания в открытых атмосферных условиях свидетельствуют о том, что разработанная стратегия позволяет преодолеть основные недостатки противообледенительных покрытий, о которых сообщалось ранее, и приводит к стойкости льдофобных свойств при разрушающих атмосферных воздействиях.

Разработчик: ИФХЭ РАН, авторы: Бойнович Л.Б., Емельяненко А. М., Модин Е. Б., Емельяненко К. А., Чулкова Е.В., Сатаева Н.Е.

Публикация:

Ludmila B. Boinovich, Alexandre M. Emelyanenko, Kirill A. Emelyanenko, Evgeny B. Modin. Modus Operandi of Protective and Anti-Icing Mechanisms Underlying the Design of Longstanding Outdoor Icephobic Coatings. ACS Nano, 2019, 13(4), 4335–4346. DOI: 10.1021/acsnano.8b09549 (IF 13.903)



Рис. 43. Сравнительное поведение пластины из алюминиевого сплава без (справа) и с супергидрофобным покрытием (слева) в условиях сильного снегопада и при ледяном дожде

8. Каталитические теплофикационные установки (КТУ)

Разработана технология сжигания различных видов топлив (твёрдых, жидких, газообразных) в кипящем слое катализатора.

Одной из важнейших разработок в области использования и переработки топлив является разработанная в ФИЦ ИК СО РАН технология сжигания в кипящем слое катализатора глубокого окисления. Данная технология принципиально отличается от горения в традиционном понимании, так как органические вещества окисляются на поверхности твёрдых катализаторов без образования пламени. Такой подход обладает рядом существенных преимуществ:

- снижение температуры горения органического топлива до 700 °С;
- повышение коэффициента полезного использования теплоты топлива до более чем 90%;
- возможность проведения процесса в автотермическом режиме;
- обеспечение экологической безопасности процесса;
- отсутствие значительного избытка воздуха;
- совмещение тепловыделения и теплоотвода в едином псевдоожигенном слое;
- уменьшение размеров и металлоемкости конструкций.

Ещё одним достоинством данной технологии является возможность использования в качестве топлива как твёрдого, так и жидкого и газообразного сырья, в том числе с низкой калорийностью и высокой зольностью (отходы углеобогащения, нефтепереработки, деревопереработки и сельского хозяйства, торф и др.).

Права интеллектуальной собственности.

Получены патенты РФ № 2568978, № 2536510, № 131850, № 2456248, № 2451876

Текущая стадия развития.

Разработан типоразмерный ряд установок с тепловой мощностью от 0,2 до 12 Гкал/ч.

Совместно с ООО «СПКБ «Энергия» построены и введены в эксплуатацию котельные на угле на базе каталитических теплофикационных установок на железнодорожных станциях: Артышта-2 и Юрга-1 (Кемеровская область), Кулунда (Алтайский край), Абакумовка (Красноярский край) и Магдагачи (Амурская область).

В настоящее время организуется производство катализаторов глубокого окисления для кипящего слоя на катализаторной фабрике ООО «НПК «Синтез» в г. Яровое.

Предложения по сотрудничеству.

Выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по усовершенствованию и разработке новых модификаций КТУ.

Разработчик: ФИЦ ИК СО РАН.

9. Модифицированный диффузионный спектрометр аэрозолей ДСА-М

Разработан и запущен в мелкосерийное производство модифицированный диффузионный спектрометр аэрозолей ДСА-М (рис. 44). Прибор предназначен для автоматического измерения концентрации и распределения по размерам наночастиц в аэрозольной фазе в приложении к аэрозолям естественного и техногенного происхождения. Область применения прибора: физика и химия аэродисперсных систем, охрана окружающей среды, медицина, контроль технологических сред и чистоты рабочих помещений. ДСА-М может быть использован как в лабораторных, так и в полевых условиях. Спектрометр ДСА-М зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений (номер в Госреестре 60907-15). Диапазон измеряемых диаметров частиц 3–1100 нм, диапазон концентраций аэрозольных частиц $10 - 5 \times 10^5 \text{ см}^{-3}$.

Действие спектрометра основано на селективном диффузионном осаждении частиц разных размеров при прохождении через систему сеток диффузионной батареи. Разработаны математическая модель и компьютерный код осаждения наночастиц в диффузионной батарее, что позволяет восстанавливать их распределение по размерам из набора коэффициентов проскока (долей частиц, прошедших наборы сеток). Предложенный алгоритм позволяет эффективно восстанавливать спектры распределения по размерам, содержащие до трёх мод, что выгодно отличает его от зарубежных аналогов. Управление прибором, обработка, отображение и хранение данных измерения выполняются с помощью программы персонального компьютера.

ДСА-М был применён для исследования образования наночастиц при добыче угля в шахте. Это позволило обнаружить, что при работе очистного комбайна около 90% образующихся частиц сосредоточено в мелкодисперсной фракции с размером частиц менее 200 нм (рис. 45) и концентрацией более чем $10^5 \text{ частиц/см}^{-3}$. Показано, что эта неизвестная ранее фракция получается термokon-

денсационным путём из газовой фазы (пиролиз углеводородов, нуклеация из пересыщенного пара). Дальнейшие исследования этой фракции показали, что она состоит преимущественно из алканов и существенно увеличивает взрывоопасность шахтной среды. С учётом этого скорректированы регламентные характеристики взрывобезопасности, что позволит повысить безопасность работ в угольных шахтах.

Разработчик: ИХКГ СО РАН.



Рис. 44. Диффузионный спектрометр аэрозолей ДСА-М

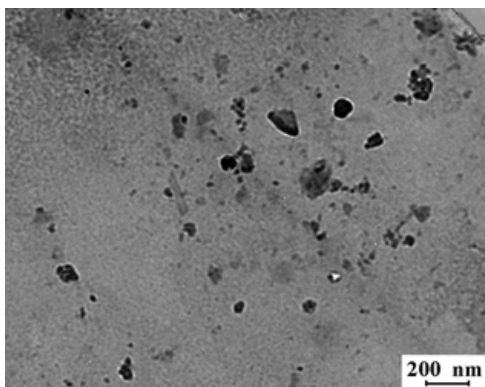


Рис. 45. Аэрозольные частицы, отобранные в шахте

10. Фотовозбуждённые молекулы фуллеренов – спиновые метки для измерения наноразмерных расстояний методом импульсного ЭПР

Сотрудниками Новосибирского института органической химии и Международного томографического центра Сибирского отделения РАН показана возможность использования фотовозбуждённых молекул фуллеренов в качестве спиновых меток для измерения наноразмерных расстояний методом импульсного ЭПР. Свойства спиновых меток определяют пределы чувствительности

метода, достижимые для измерения расстояния и близость к биологическим условиям, в том числе, физиологическим температурам. Интенсивная сильная спиновая поляризация электронов и относительно узкий спектр фуллеренов обеспечивают хорошую чувствительность и улучшают релаксационные свойства для измерения расстояний вплоть до температур, близких к комнатной. Возможности нового подхода продемонстрированы с использованием фуллерен-нитроксида и фуллерен-триарилметильных пар, синтезированных в НИОХ СО РАН, а также супрамолекулярных комплексов фуллерена с нитроксид-меченым белком. Точные измерения наноразмерного расстояния играют решающую роль в структурных исследованиях биомолекул и их комплексов (рис. 46).

Публикация:

О.А. Krumkacheva, I.O. Timofeev, L.V. Politanskaya, Y.F. Polienko, E.V. Tretyakov, O.Yu. Rogozhnikova, D.V. Trukhin, V.M. Tormyshev, A.S. Chubarov, E.G. Bagryanskaya, M.V. Fedin // *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2019, 58, 13271–13275. doi: 10.1002/anie.201904152 (Q1, IF= 12.257)

Разработчики: НИОХ СО РАН и МТЦ СО РАН; авторы: Крумкачева О.А., Тимофеев И.О., Политанская Л.В., Полиенко Ю.Ф., Третьяков Е.В., Рогожникова О.Ю., Трухин Д.В., Тормышев В.М., Чубаров А.С., Багрянская Е.Г., Федин М.В.

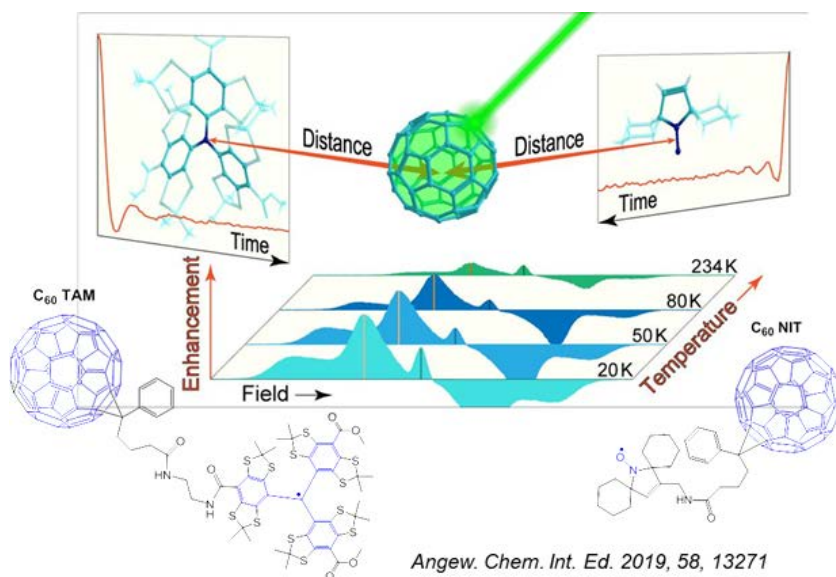


Рис. 46. Измерения наноразмерных расстояний методом импульсного ЭПР

11. Сверхвысокочувствительный сенсорный элемент для детектирования нитроароматических соединений в газовой фазе

Разработан сверхвысокочувствительный сенсорный элемент для детектирования нитроароматических соединений в газовой фазе, в котором усиление сенсорного отклика осуществляется за счёт комбинации ряда оптических и

сорбционных эффектов (рис. 47). Морфология подложки обеспечивает значительное увеличение объёмной концентрации молекул люминофора в глубоких областях, позволяя им выступать в качестве потенциальных ям для молекул аналита, в то же время электромагнитное излучение накачки также может быть захвачено и существенно усилено в этих областях, локально усиливая сенсорный отклик и обеспечивая значительный сигнал небольшому числу излучателей, расположенных в зазорах. Сочетание уникальных морфологических и оптических свойств нанотекстурированной кремниевой подложки в сочетании с простыми методами модификации поверхности, используемыми для её функционализации, позволило достичь беспрецедентной чувствительности на уровне нескольких ppt (10–12).

Публикация:

Mironenko A., Tutov M., Sergeev A., Mitsai E., Ustinov A., Zhizhchenko A., Linklater D., Bratskaya S., Juodkazis S., Kuchmizhak A. Ultratrace nitroaromatic vapor detection via surface-enhanced fluorescence on carbazole-terminated black silicon // ACS Sensors. 2019. Vol. 4. P. 2879–2884 (DOI: 10.1021/acssensors.9b01063). Q1, IF=6.944.

Разработчик: ИХ ДВО РАН совместно с ИАПУ ДВО РАН, ДВФУ; авторы: МIRONЕНКО А.Ю., БРАТСКАЯ С.Ю.

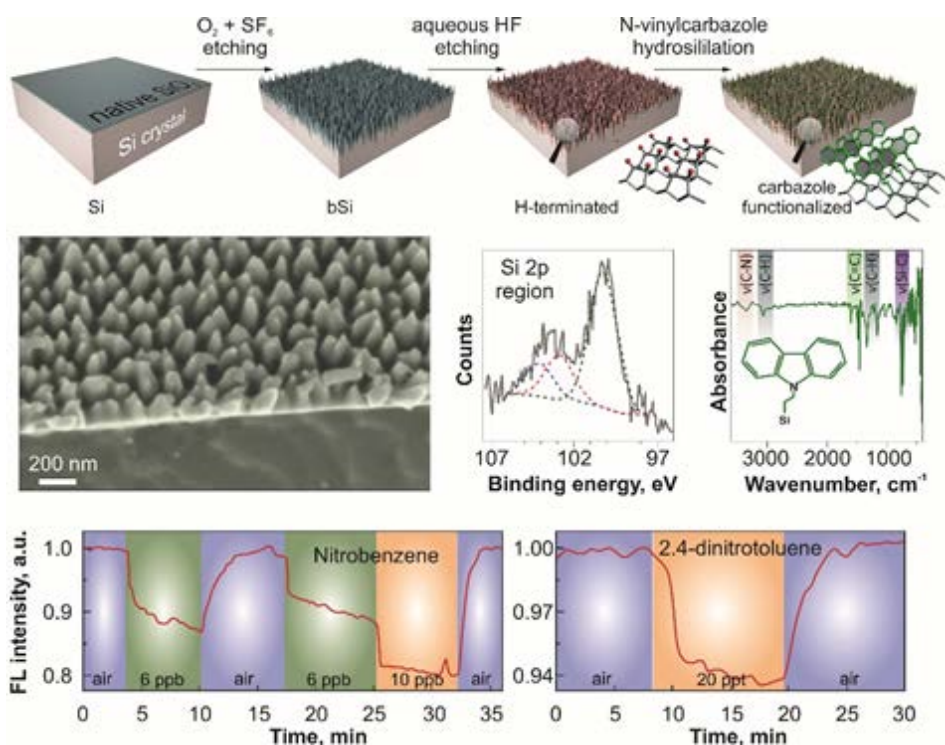


Рис. 47. Сенсорный элемент для детектирования нитроароматических соединений: схема получения, характеристика поверхности и механизм отклика

12. Дистанционное обнаружение взрывчатых веществ с помощью лидара

Выявлен эффект высокой роли конденсированных (твёрдых) следов ВВ на поверхности контролируемых объектов с ВВ для дистанционного обнаружения конденсированных следов лидаром. Уверенно обнаруживаются лидаром суммарные (парообразные и конденсированные) следы на поверхности имитаторов ТНТ, гексогена, ТЭНа с расстояния 5 м (уровень сигнала значительно превышает шум), тогда как пробоотборные газоаналитические методы не обнаруживают пары над гексогеном и ТЭНом.

Определён порог обнаружения поверхностной плотности ТНТ методом газохроматографической регистрации паров над поверхностью стекла и алюминия – 20 нг/см^2 . Пороговая чувствительность лидара по поверхностной концентрации: по ТНТ $1,0 \text{ мкг/см}^2$, по гексогену 500 нг/см^2 (газовой хроматографией пары не обнаруживаются).

Выявлен эффект экспоненциального спада концентрации пара ТНТ над поверхностями из стекла и алюминия при исходной начальной концентрации на поверхностях 100 нг/см^2 . (рис. 48 и рис. 49)

Вывод: актуально создание портативных лидарных обнаружителей с порогом $\sim \text{нг/см}^2$.

Публикации:

1. V.M. Gruznov, A.B. Vorozhtsov Gas-dynamic kinetics of vapor sampling in the detection of explosives // Molecules, 2019, 24, 4409. WoS (chemistry – Q1), Scopus (3.28) – Q2.

2. Gruznov V.M., Baldin M.N., et al. Joint laser and gas chromatographic detection of explosives traces// High Energetic Materials (HEMs-2019): XVth International Workshop. 28–31 Oct. 2019 – Monte-Carlo (Monaco).

Разработчик: ИПХЭТ СО РАН; авторы: Ворожцов А.Б., Грузнов В.М., Балдин М.Н.

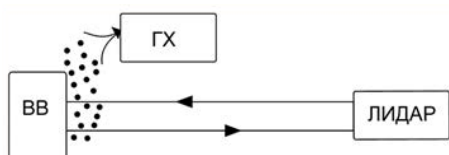


Рис. 48. Схема экспериментов

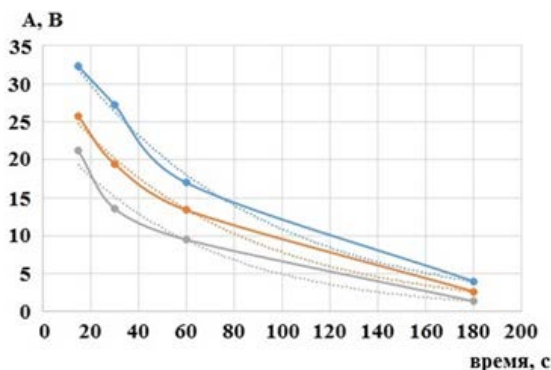


Рис. 49. Зависимость концентрации паров ТНТ (отн. ед.) от времени

13. Методом аддитивной 3D-печати получены трёхмерные материалы на основе фосфатов кальция с использованием биопринтера Фабион на орбитальной Международной космической станции

Методом 3D-сборки получены трёхмерные конструкты на основе фосфатов кальция и органических составляющих тканей с использованием биопринтера «Орган.Авт» на орбитальной Международной космической станции (МКС). Уникальные свойства разработки достигаются за счёт самоорганизации материала при физиологических температурах в условиях невесомости. Было показано, что в условиях микрогравитации возможно изучать сложные биологические процессы и создавать тканеинженерные конструкции с высоким регенеративным потенциалом. Подобные разработки позволят в дальнейшем проведение сложных операций, связанных с замещением костных и хрящевых тканей на орбитальной станции и в космических экспедициях.

Разработчик: ИМЕТ РАН; автор: Комлев В.С.

14. Кристаллический пероксогерманат аммония – универсальный прекурсор для синтеза соединений на основе германия

Разработан метод синтеза стабильного кристаллического пероксогерманата аммония, при термической обработке которого происходит образование макropористого аморфного оксида германия (рис. 50). Растворимость образовавшегося оксида в воде достигает 100 г/л, что в 20 раз превышает известные величины растворимости для оксида германия. Высокорастворимый оксид германия является универсальным реагентом, который может взаимодействовать с соединениями кислотной или основной природы с образованием широкого спектра соединений германия. (ИОНХ РАН)

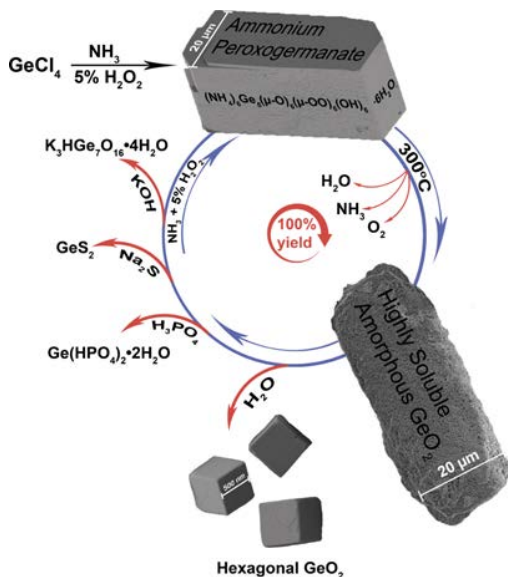


Рис. 50. Синтез стабильного кристаллического пероксогерманата аммония

15. Исследование жидкофазных химических систем при помощи электронной микроскопии

Разработан принципиально новый подход исследования химических реакций в растворах (рис. 51), заключающийся в использовании сканирующей электронной микроскопии с полевой эмиссией при малых ускоряющих напряжениях. Предложена новая методика визуального наблюдения каталитических и органических процессов на микрометровом и нанометровом уровнях. Ключевым этапом разработанного подхода является повышение контраста микроскопического изображения за счёт варьирования электрической проводимости исследуемого образца и перераспределения поверхностной электронной плотности. В результате проведённой работы были обобщены фундаментальные и прикладные аспекты жидкофазной электронной микроскопии как революционного структурного метода, позволяющего напрямую визуализировать морфологию и динамику объектов в жидкофазных системах на микро- и нанометровых в режиме реального времени.

Концепция работы опубликована в топовом международном журнале *Nature Reviews Chemistry* (импакт-фактор 30.628) и вынесена на обложку. Это первая статья российских авторов, опубликованная в данном престижном журнале. (ИОХ РАН, академик В.П. Анаников, к.х.н. А.С. Кашин)

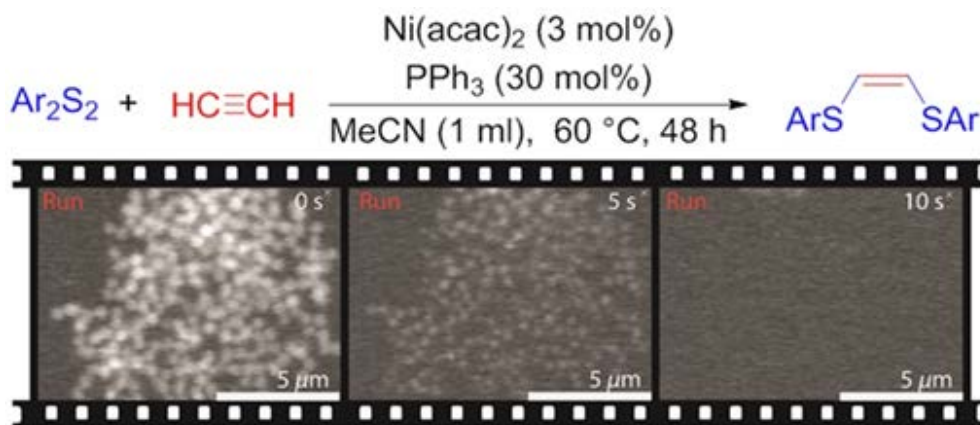


Рис. 51. Исследование жидкофазных химических систем при помощи электронной микроскопии

16. Создана серия «зелёных» ингибиторов газогидратообразования «Гликан» на основе промышленно доступного древесного полисахарида

На основе промышленно доступного древесного полисахарида разработана серия оригинальных, высокоэффективных и экологически безопасных, «зелёных», ингибиторов газогидратообразования с общей маркой «Гликан» (ТУ 20.14.71-001-19001114) для предотвращения образования газогидратных отложений в газовых, газоконденсатных и газонефтяных скважинах, а также в трубопроводных системах (рис. 52).

Проведены опытно-промысловые испытания (ОПИ) на месторождениях Нефтеюганского, Майского, Правдинского и Приобского регионов ООО «РН-Юганскнефтегаз» – подразделения ПАО «НК «РОСНЕФТЬ», при которых все критерии эффективности программы ОПИ достигнуты в полном объеме (таблица).

Таблица. Сопоставление ингибиторов образования газогидратов

Ингибитор	Конц. ингибитора, %	Темп. гидратообразования, °С	Перепад давления, ΔP , ат	Время гидратообразования Δt , мин	Перепад давления при гидратообразовании
Холостой опыт	0	25	0 ($P_0 = 151$)	0	0
Сонгид 1801 А*	0.5	25	21	30	4
«ГЛИКАН»	0,005	16	32	165	11

В результате ингибиторы газогидратообразования серии «Гликан» рекомендованы к промышленному применению по технологии постоянного дозирования и периодической закачке, включены в номенклатуру реагентов и внедрены на месторождениях ПАО «НК «РОСНЕФТЬ» и ПАО «ЛУКОЙЛ». (ИОХ РАН: рук. – чл.-к. Н.Э. Нифантьев; УФИХ РАН – проф. В.А. Докичев; РН-БашНИПИнефть – д.х.н. А.И. Волошин, УГНТУ – академик АН РБ Р.Н. Бахтизин).



Рис. 52. Газогидратная пробка в трубопроводе

17. Медицинская одежда на основе хлопковых тканей, инкапсулированных слоями активного угля с привитыми производными ПВХ

Разработан уникальный материал – кислородпроизводящие пористые материалы с бактерицидной активностью. Они представляют собой хлопковые ткани типа марли, волокна которой инкапсулированы слоями активного угля

с привитыми производными ПВХ (рис. 53). Эти ткани электроно- и ионопроводящие. Ткань подключается к источникам тока с помощью вмонтированных контактов. Они могут находиться в специальном кармане. К этим контактам подключаются батарейки с микровыключателем.

Изготовленная таким образом защитная одежда может производить активный кислород, который будет с одной стороны обеспечивать комфортное состояние людей, работающих в красной зоне, а с другой – при сорбции вирусов и бактерий в порах будет идти разложение и обеспечиваться стабильное обеззараживание ткани и атмосферы. Изделия регенерируются, достаточно прочные и доступны в изготовлении. В настоящее время используются недышащие непористые прорезиненные ткани, одежда из которых не способствует комфортной деятельности персонала и не исключает нахождение патогенов внутри. Использование разработанного материала позволит исключить данные факторы. (ИФХЭ РАН)



Рис. 53. Электроно- и ионопроводящая хлопковая ткань типа марли, волокна которой инкапсулированы слоями активного угля

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

1. Проведено комплексное исследование бактериальных и вирусных патогенов, переносимых клещами: показано, что заболевание боррелиозом, вызванным азиатским вариантом *Borrelia miyamotoi*, у взрослых пациентов протекало в более острой форме, чем заболевание Лайм-боррелиозом; обнаружено постепенное расширение очага риккетсиоза в Омской области; подтверждена встречаемость вируса Западного Нила генотипов 1a и 2 в иксодовых клещах, обитающих в Западной Сибири; доказано существование нового вида эрлихий – *Candidatus Ehrlichia khabarensis* (ИХБФМ СО РАН)

2. Работы по постановке фагового дисплея привели к отбору серии высокоаффинных клонов, которые были протестированы *in vitro* и показали высокую специфичность связывания со своей мишенью (CD47). В опытах *ex vivo* было показано подавление роста опухолевой культуры U937 под воздействием растворимых форм анти-CD47 VHH. Проводятся опыты по встраиванию отобранных фрагментов VHH в структуру поверхностного гликопротеина вируса Сендай для придания ему большего тропизма к опухолевым клеткам, гиперэкспрессирующим CD47, а также для повышения его специфического онколитического действия. (ИБХ РАН)

3. Разработана система экспрессии в растениях кандидатной противогриппозной вакцины широкого спектра действия, предназначенной для интраназального введения. В качестве основы для вакцины использован внеклеточный домен высококонсервативного M2 белка (M2e) вируса гриппа. (ФИЦ Биотехнологии РАН)

4. Проведено детальное исследование и выявлены взаимосвязи между структурой и активностью в отношении вируса ВИЧ для оригинальной группы соединений. Исследования позволили выявить серию соединений, являющихся производными триазола, имеющими высокую противовирусную активность в отношении вируса ВИЧ. Синтезировано более 40 новых производных, исследованы их физико-химические свойства и их активность. Проведены *in vitro* исследования по определению безопасности, проницаемости и стабильности соединений. Обнаружено, что разрабатываемая группа соединений может проникать в нейроны и блокировать репликацию вируса в них. Также показана низкая цитотоксичность соединений-лидеров, что делает эту группу соединений крайне перспективной для создания на её основе препарата нового поколения для лечения ВИЧ. (ФИЦ Биотехнологии РАН)

5. Создан искусственный репрессор протеасомных генов, состоящий из ДНК-связывающего домена, представленного нуклеотид-специфичными TAL-доменами, репрессорного домена фактора Umeb и сигнала ядерной локализации вируса SV40. Способность фактора подавлять экспрессию

протеасомных генов показана на примере дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. (ИМБ РАН)

6. С помощью автоматического анализа текстов научных публикаций были выявлены более 600 белков человека, участвующих в белок-белок взаимодействиях с белками вируса гепатита С (ВГС), и построены ассоциативные сети. В качестве потенциальных фармакологических мишеней были отобраны белки, обладающие высокой центральностью в сети (взаимодействующие с тремя и более разными вирусными белками). (ИЦИГ СО РАН)

7. Проведены исследования эффективности и безопасности создающейся вакцины против краснухи на основе сферических частиц вируса табачной мозаики, в том числе острая и хроническая токсичность, аллергенность, эмбриотоксичность. (ФИЦ Биотехнологии РАН совместно с Биологическим факультетом МГУ)

8. Разработана биотехнология синтеза биологически активных модифицированных нуклеозидов с помощью ферментов нуклеинового обмена. Определено наиболее активное соединение – 2-амино-5,6-дифторбензимидазола рибозид, проведены работы по изучению его антигерпетического действия на штаммах вируса, устойчивых к действию ацикловира и фоскарнета, показан достоверный противовирусный эффект в отношении этих штаммов. (ИБХ РАН)

9. Создана новая система на основе клеток гепатокарциномы линии Huh7 luc/нео, несущих полноразмерный репликон вируса гепатита С (ВГС) генотипа 1b изолята Con1, остановленных в G1-фазе. Система позволяет проводить тестирование ингибиторов репликации ВГС, направленных на компоненты клетки-хозяина (ИМБ РАН)

10. С использованием биотехнологии совместной механохимической активации слоевищ лишайника и коры березы создана биоактивная композиция «Бетукладин», обладающая высокой детоксикационной активностью по отношению к внутренним средам организма человека, а также выраженным гепатопротекторным, иммуномодулирующим, антибактериальным и противовирусным действием. (ИБПК СО РАН)

11. Испытательный центр мирового уровня с технологией неклинических (доклинических) исследований в соответствии с международным стандартом надлежащей лабораторной практики (GLP) и руководствами Организации экономического сотрудничества и развития (OECD)

Краткая характеристика основных технических параметров.

Создан Испытательный центр мирового уровня, который внедрил технологию выполнения неклинических (доклинических) исследований в соответствии с международным стандартом надлежащей лабораторной практики (Good

Laboratory Practice, GLP) и руководствами Организации экономического сотрудничества и развития (Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD). Данный Испытательный центр расположен в наукограде Пушкино Московской области и по своим технологическим параметрам полностью отвечает требованиям Международной системы взаимного признания результатов неклинических исследований (OECD Mutual Acceptance of Data (MAD) system).

Область возможного использования.

Результаты неклинических исследований, выполненных в Испытательном центре ИБХ РАН, используются при подготовке документов для регистрации как в России, так и за рубежом лекарственных средств, пестицидов, косметической продукции, ветеринарных препаратов, пищевых и кормовых добавок, химических веществ промышленного назначения.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Испытательный центр ИБХ РАН готов к практическому применению как в России, так и за рубежом, о чем свидетельствует признание результатов неклинических исследований, выполненных в этом Испытательном центре, Европейским химическим агентством (<https://echa.europa.eu/registrasion-dossier/-/registered-dossier/27743/7/9/2>; <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/28338/7/9/2>; <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/13202/1>).

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Разработчики и производители лекарственных средств, пестицидов, косметической продукции, ветеринарных препаратов, пищевых и кормовых добавок, химических веществ промышленного назначения в странах, входящих в OECD, экономят на выполнении неклинических исследований для своей продукции до 150 млн евро в год (<https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/9789264085930-en>). Стоимость неклинического исследования, выполняемого по международному стандарту GLP и руководству OECD № 422, составляет около 100 тыс. евро.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Выполнение неклинических исследований в соответствии с международным стандартом GLP и руководствами OECD позволило Испытательному центру ИБХ РАН выйти на мировой рынок по предоставлению данной высокотехнологической услуги.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Данная разработка не является патентоспособной.

Разработчик: ИБХ РАН.

12. Препарат для лечения рассеянного склероза

Краткие характеристики основных технических параметров.

Продукт предназначен для использования в качестве терапевтического агента для лечения рассеянного склероза (Ксемис). Иммунодоминантные фрагменты основного белка миелина (МВР), инкапсулированные в малоразмерные маннозилированные липосомы.

Область возможного использования.

Оригинальный препарат для лечения рассеянного склероза.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Коллективом разработчиков были определены иммунодоминантные фрагменты МВР и эффект их введения в составе липосом на развитие экспериментального аутоиммунного энцефаломиелимита. Иммунодоминантные фрагменты МВР в составе маннозилированных липосом значительно снижали тяжесть заболевания, ингибировали продукцию провоспалительных цитокинов в центральной нервной системе и индуцировали ремиелинизацию и синтез нейротропного фактора мозга. Показан молекулярный механизм его действия, включающий в себя двухфазное подавление аутоиммунной нейродегенерации, опосредованное выбросом противовоспалительных цитокинов на первом этапе и индукции регуляторных Т-клеток на втором. Пройден полный цикл доклинических испытаний и первая фаза клинических испытаний препарата второго поколения для лечения рассеянного склероза «Ксемис», созданного на основе полученных данных.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

В Российской Федерации пациентов с рассеянным склерозом насчитывается более 200000 человек. Очевидно, что с медицинской точки зрения терапия рассеянного склероза имеет острейшее социально-экономическое значение. Рассеянный склероз – хроническое нейродегенеративное заболевание аутоиммунной природы, характеризующееся разрушением миелиновой оболочки нервных волокон в центральной нервной системе. Центральную роль в патогенезе данного заболевания исследователи отдают аутореактивным клонам CD4+ Т-клеткам. Однако на сегодняшний день нет сомнений, что патогенные В-клетки, вырабатывающие аутоантитела к нейроантигенам, в первую очередь к гликопротеину миелина олигодендроцитов и МВР, играют важную роль в инициации и развитии заболевания. Существующие на сегодняшний момент методики лечения РС включают в себя в основном иммуносупрессирующие препараты ненаправленного действия, приводящие в большом количестве случаев к системным осложнениям. К сожалению, основная масса лекарственных средств, применяемых в России для лечения приведённых патологий, производится за её пределами. В связи с этим очевидно, что отечественная медицина крайне заинтересована, первое – в усилении существующих подходов или замене их на более совершенные, второе – в реализации этих проектов непосредственно на территории Российской Федерации. Резюмируя, можно с уверенностью сказать, что успешное осуществление этой задачи приобретает приоритет национального значения.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Полностью оригинальный препарат. Клинические испытания подтвердили практически полную безопасность введения препарата. Получены предварительные данные по стабилизации прогрессии у пациентов с ранее некупируемой прогрессией препаратами первой линии. Показано резкое снижение динамики появления активных очагов демиелинизации.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

НИР завершена. Доклинические испытания проведены. Разработана промышленная технология. Получен патент. Проведены две фазы клинических испытаний (20 пациентов).

LIPOSOMES CONTAINING OLIGOPEPTIDE FRAGMENTS OF MYELIN BASIC PROTEIN, A PHARMACEUTICAL COMPOSITION AND A METHOD FOR TREATMENT OF MULTIPLE SCLEROSIS WO/2011/065867.

Липосомы, содержащие олигопептиды – фрагменты основного белка миелина, фармацевтическая композиция и способ лечения рассеянного склероза RU2448685.

Разработчик: ИБХ РАН.

13. Разработка технологии разделения потоков семян и удобрений при посеве

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработана технология, с помощью которой, при снижении количества азотных удобрений в три раза, существенно увеличивается всхожесть семян, повышается корне-обеспеченность растений в условиях засухи, возрастает кустистость продуктивных побегов. Ключевые элементы предлагаемой технологии – разделение потоков семян и удобрений при посеве, а также усиление притока продуктов фотосинтеза из листьев в корни с помощью аммиакатов. Разделение потоков семян и удобрений при посеве путём модернизации обычной сеялки СЗС-3,6 позволяет при уменьшении количества минеральных удобрений в 3 раза повысить всхожесть семян. Активация ростовых процессов, а также число точек кущения растений увеличивается в 2 раза за счёт увеличения корневой системы.

Область возможного использования.

Растениеводство. Выращивание сельскохозяйственных культур.

Степень готовности разработки к практическому применению.

100%. Использование тормозится невосприимчивостью руководства сельхозпредприятий к инновациям.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Повышение урожайности до 20%.

Сравнительная характеристика с известными разработками.

Аналогичных разработок не обнаружено.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Эта разработка – новое использование уже запатентованного препарата (комплексного соединения – аммиаката).

Разработчик: КИББ ФИЦ КазНЦ РАН.

14. Грибостойкая добавка для лакокрасочного материала

Краткая характеристика основных технических параметров.

Изобретение относится к лакокрасочной промышленности и может быть использовано для жилых помещений с повышенными санитарно-гигиениче-

скими требованиями, требующими влажной уборки в процессе эксплуатации, в том числе с применением дезинфицирующих и моющих растворов с сохранением первоначальных свойств антимикробной краски. Грибостойкая добавка для лакокрасочных материалов содержит хлорметилизотиазолин-серебряную композицию.

Область возможного применения.

Изобретение относится к грибостойким добавкам лакокрасочных материалов (ЛКМ) и может быть использовано для жилых и общественных помещений. Применяется по гипсокартонным, кирпичным, бетонным, оштукатуренным, зашпатлёванным поверхностям, обоям под покраску, по старой немелящей краске.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Готова к применению.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Изобретение обеспечивает расширение арсенала технических средств, пролонгированное биоцидное действие лакокрасочного материала на период до 5 лет при высокой температуре (45–60 °С) и влажности 90%.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Наиболее близким аналогом заявленного изобретения является биоцидная краскаибиоцидная добавка, содержащая основание или соль полигексаметиленгуанидина или их смесь с диметилкилбензиламмоний хлоридом (RU 2131897). Недостатком данного изобретения является невысокая фунгицидная активность. Известны краски на основе наносеребра, например, биоцидная добавка шунгит-серебряный наноккомпозит (RU 2398805). Добавка обладает высокой бактерицидностью. Экологически безопасна, но при высоких температурах и влажности фунгицидное действие недостаточно.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент RU 2696388, Опубликовано 01.08.2019. Бюлл. № 22.

Разработчик: ИПЭЭ РАН совместно с АО «Объединение «Ярославские краски».

15. Эмаль для атмосферостойкого радиационно-стойкого дезактивируемого противообрастающего грибостойкого покрытия

Краткая характеристика основных технических параметров:

Наименование показателя	Значение показателя	Метод испытания
Условия эксплуатации покрытия	Морской умеренно-холодный, морской тропический	ГОСТ 9.104-79
Обрастание, балл/месяц	4/12	ГОСТ 9.412-2001
Грибостойкость, балл	0	ГОСТ 9.050-75, ГОСТ9.048-89
Радиационная стойкость, МГр, не менее	1	ГОСТ 9.706-81, метод 1

Наименование показателя	Значение показателя	Метод испытания
Угол смачивания, °	113–116	Гониометрический метод
Адгезия к подложке, Мпа, балл, не менее	8	ГОСТ 27890-88

Область возможного применения.

Эмаль для атмосферостойкого радиационностойкого противообрастающего и грибостойкого покрытия, которое в течение 12 месяцев успешно прошла испытания при полном погружении в тропическом море.

Разработка относится к лакокрасочным покрытиям и может быть использована в судостроении, атомной энергетике, нефтяной промышленности для противокоррозионной и противообрастающей защиты оборудования, металлических и бетонных поверхностей и конструкций, резины, пластмасс и композиционных материалов, которые эксплуатируются в условиях комбинированного воздействия агрессивных факторов внешней среды, включая глубинную морскую воду.

Степень готовности разработки к практическому применению:

100%.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Наиболее близкий аналог – необрастающая эмаль ПРОГИДРОФ (RU 2602553 C1, кл. C09D 163/00, опубликовано 20.11.2016). Недостатки имеющейся разработки: цвет – только черный, что недостаточно для использования на плавсредствах; пригодно для эксплуатации только в атмосферных условиях; не обладает устойчивостью к радиационному старению; не является дезактивируемым и грибостойким; отвердитель АНМ-9 требует прогревания покрытия до 80–90 °С в течение 2–3 часов, что является невозможным при окраске крупногабаритных конструкций.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент РФ № 2703636. Опубликовано 21.10.2019. Бюлл. № 30.

Разработчик: ИПЭЭ РАН совместно с АО «НИКИМТ-Атомстрой», ООО «ВНИИЭИМ».

16. Способ удаления водорастворимых солей из засоленных почв в условиях полупустыни

Краткая характеристика основных технических параметров.

Растения, отличающиеся высокой толерантностью к засоленной среде (*Salsola iberica* Sennenet Pau – солянка грузинская – курай), в благоприятные годы с урожаем фитомассы выносят из почвы 5–6 т/га водорастворимых (токсичных) солей. Сухую, измельченную фитомассу используют в качестве компонента для производства строительных материалов: шлакоблочных, древесно-плиточных и других.

Область возможного применения.

Разработка может быть использована в регионах со значительными массивами засоленных почв.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Разработка готова к производственному освоению.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Экономический эффект её складывается из двух компонентов. Снижение засоленности почвы и повышения урожайности естественного фитоценоза позволяет в последующие годы увеличить сбор кормовых единиц на 0,9 ц/га или 4,5 тыс./руб./га за счёт повышения урожайности сухой фитомассы с 3,6 ц/га до 5,6 ц/га. Увеличение объёмов производства строительных материалов на 6–8% способствует получению 16,0 тыс. руб. дополнительного чистого дохода с 1 тысячи произведенных шлакоблоков.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Известные способы удаления водорастворимых (токсичных для растений) солей из почвы, основанные на промывках почвы большим током воды или путём фитомелиорации, выращивая на засоленных почвах растений, толерантных к засоленной среде, приносят кратковременный эффект, поскольку солеобразующие ионы не выносятся из биологического круговорота веществ. Предложенный нами способ позволяет утилизировать в строительном материале и вывести из геологического круговорота 5–6 т/га токсичных для растений солей.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент № 2687145 «Способ удаления водорастворимых солей из почвы в условиях полупустыни». Авторы: Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М., Баширов Р.Р., Ахмедова З.Н., Абдулаева З.С. Опубликовано: 07.05.2019. Бюлл. № 13.

Разработчик: ПИБР ДФИЦ РАН.

17. Способ выращивания посадочного материала древесных растений сем. Betulaceae на основе клонального микроразмножения

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработан способ выращивания крупномерного посадочного материала древесных растений сем. Betulaceae в течение одного вегетационного периода, который основан на использовании клонального микроразмножения *in vitro*. Согласно способу, индукция микропобегов и их укоренение проводятся в культуре тканей в зимний период. С наступлением весеннего периода осуществляется акклиматизация растений-регенерантов к нестерильным условиям путём их выращивания в микропарнике при влажности 80–90% с закрытой корневой системой и последующего повторного перемещения в субстрат с увеличением объёма.

Область возможного применения.

Разработанный способ может использоваться в лесном хозяйстве для выращивания посадочного материала, а также для садово-паркового строительства.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Способ готов к практическому применению.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Важным преимуществом предлагаемого способа по сравнению с известными является возможность получать крупномерный высококачественный посадочный материал высотой до 1 м и выше в течение одного вегетационного периода при экономии средств и снижении трудозатрат.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

В 2019 г. получено Свидетельство о регистрации «ноу-хау» № 201904 от 27.06.2019. Планируется патентная защита разработки.

Разработчик: ИЛ КарНЦ РАН.

18. Селекционное достижение «Галлица афидимиза (*Aphidoletes aphidimyza* Rond.) ПАБСИ»

Краткая характеристика основных технических параметров.

Порода ПАБСИ «Галлица афидимиза (*Aphidoletes aphidimyza* Rond.)» явно отличается от известных пород, соответствует требованиям однородности и стабильности (в соответствии с методикой РТА /0043/1 Галлица от 24.09.2018).

В естественных условиях галлица афидимиза – представитель энтомофауны Европейской части России. Разводится в биолaborаториях для защиты оранжерейных растений от тлей. В открытом грунте Мурманской области не отмечена. Популяция галлицы афидимиза ПАБСИ сформирована путём длительного разведения (более 25 лет) насекомых в лабораторных условиях с периодическим обновлением за счёт популяций галлицы афидимизы из разных географических регионов: Раменское (Московская область), Сочи, Молдавии, Киева, Риги, где она обитает в открытом грунте. Для массового разведения галлицы афидимиза ПАБСИ используют два изолированных помещения: 1. для разведения и накопления тлей; 2. для воспитания и получения энтомофага в необходимом количестве. Условия выращивания: температура от 9 до 30 °С, относительная влажность воздуха 40–80%, естественное освещение летом в полярный день 24 часа, осенью и зимой, в полярную ночь искусственное подсвечивание в течение 18 часов. Галлица афидимиза ПАБСИ содержится круглогодично в условиях теплицы при температуре 9–30 °С. В приведённых в литературе методиках разведения содержание галлицы афидимизы осуществляется при t воздуха = 24 ± 1 °С.

Область возможного применения.

Применяется в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте КНЦ РАН. Галлица афидимиза (*Aphidoletes aphidimyza* Rond.) ПАБСИ может быть использована для биологической защиты растений в оранжерейных и тепличных хозяйствах различных регионов для получения экологически чистой продукции.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Готова к применению.

Возможный технический и/или экономический эффект от внедрения.

Защита растений в оранжерейных и тепличных хозяйствах различных регионов для получения экологически чистой продукции.

Сравнительная характеристика с известными разработками.

Аналогов представленного селекционного достижения нет.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент на селекционное достижение № 10133 Галлица афидимиза (*Aphidoletes aphidimyza* Rond.), патентообладатель – ПАБСИ КНЦ РАН.

Разработчик: ПАБСИ КНЦ РАН.

19. Генетическая конструкция для персонализированного подбора женских половых стероидных гормонов

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработана генетическая конструкция для персонализированного подбора женских половых стероидных гормонов с использованием клеточных тест-систем – первичных линий эндометриальных стромальных клеток (эСК) пациента. Созданная конструкция функционирует как платформа для связывания ключевых транскрипционных факторов, регулирующих децидуализацию эСК, и тем самым отражает адекватность работы всей децидуальной сети.

Область возможного использования.

Частью рутинного протокола экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) является гормональная поддержка лютеиновой фазы, недостаточность которой вызывается предшествующей в ходе ЭКО стимуляцией овуляции. Выбор гормонального препарата до сих пор остаётся эмпирическим, продолжают-ся поиски наиболее эффективного гормонального препарата. Разработанная тест-система позволит осуществлять пациент-специфический выбор прогестатина, способствующего наиболее адекватной трансформации эндометрия, что повысит эффективность циклов ЭКО.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Фундаментальные основы разработанной генетической конструкции, а также возможность клинической адаптации созданной тест-системы описаны в статье Deryabin et al. All-in-one» genetic tool assessing endometrial receptivity for personalized screening of female sex steroid hormones. Front. Cell Dev. Biol. 2021 in press. doi: 10.3389/fcell.2021.6240532.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

ЭКО признано наиболее эффективным методом лечения бесплодия, но положительный результат достигается не более чем в 30 % случаев. Неудачи имплантации в значительной степени связаны с недостаточной рецептивностью эндометрия. Выбор подходящей гормональной терапии при помощи разработанного нами подхода может в значительной степени повысить успех имплантации в циклах ЭКО.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Прямых аналогов разработанной нами тест-системы на сегодняшний день не существует.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Предполагается запатентовать разработанную генетическую конструкцию.

Разработчик: ИНЦ РАН.

20. Отвердитель для специальной защиты оборудования в условиях воздействия биоповреждающих агентов внешней среды

Краткая характеристика основных технических параметров приведены в таблице:

Наименование показателя	Норма	Метод испытаний
Внешний вид	Однородная жидкость без осадка и инородных включений	Визуально
Цвет	Красно-коричневый, оттенок не нормируется	Визуально
Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-246	15–35	По ГОСТ 8420-74
Массовая доля нелетучих веществ	48–55	По ГОСТ 31939-2012
Аминное число, мг КОН/г	110–155	По ГОСТ 33762-2016

Грибостойкость, определённая по ГОСТ 9.050-75, для эпоксидного покрытия с разработанным отвердителем – «0» баллов; для штатного эпоксидного покрытия (эмаль ЭП-5285) – «4» балла, при норме «0» баллов.

Область возможного применения.

Отвердитель предназначен для применения в грибостойких эпоксидных покрытиях для специальной защиты оборудования, металлических, бетонных поверхностей и конструкций, резины, пластмасс и композиционных материалов, эксплуатирующихся в условиях воздействия биоповреждающих агентов внешней среды.

Степень готовности разработки к практическому применению:

– 100%.

Экономический эффект:

– рассчитан не был.

Сравнительная характеристика с известными разработками:

– разработка уникальна и не имеет аналогов.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент РФ № 2718680. Опубл. 13.04.2020, бюлл. № 11. Разработана методика фитотестирования «ФИТОСКАН-2» с целью расширения области применения на почвы и отходы, аттестована Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»), от ФГУП «ВНИИМС» получено свидетельство об аттестации методики измерений № 205-09/RA.RU.311787/2020 от 30 ноября 2020 года в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563-2009.

Разработчик: ИПЭЭ РАН совместно с АО «НИКИМТ-Атомстрой».

21. Методика экспрессной оценки экологической безопасности почв

Совместная разработка Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН и МГУ имени М.В. Ломоносова.

Краткая характеристика основных технических параметров.

Методика измерений разработана на основе современной технологии фитотестирования с возможностью как автоматической обработки результатов развития проростков растений, так и в ручном режиме.

Методика позволяет проводить экспрессную оценку качества почв, искусственных субстратов для растений, а также биологически активных веществ, по изменению энергии прорастания, длины корней и ростков у проростков семян двудольных и однодольных растений при их проращивании в лабораторных условиях в вертикально ориентированных прозрачных пластиковых двухкамерных планшетах.

Измерения ростовых параметров растений проводят непосредственно в планшетах, что исключает трудоёмкие манипуляции с извлечением проростков из вегетационных сосудов для прямого измерения длины корней и побегов.

Методика измерений позволяет проанализировать действие на проростки семян исследуемых объектов как в виде водных растворов и экстрактов (элюатный способ), так и при контакте семян с твёрдой массой образца (аппликатный способ).

Диапазоны измерений (%) энергии прорастания – от 0 до 150 вкл., длины корней и ростков семян – от 0 до 200 вкл. относительно холостого опыта.

Область возможного применения.

Методика распространяется на оценку экологической безопасности почв, субстратов для растений, отходов, биологически активных веществ, включая гуминовые, и выявление фитотоксичности, обусловленной избыточным содержанием как гуминовых компонентов, так и загрязняющих химических веществ.

Методика рекомендована для установления эффективных стимулирующих и/или токсичных (ингибирующих) эффектов почв, твёрдых субстратов, значений массовой концентрации биологически активных веществ.

Степень готовности разработки к практическому применению:

100%.

Возможный технический и/или экономический эффект от внедрения:

Рассчитан не был.

Сравнительная характеристика с известными разработками:

Разработка уникальна и не имеет аналогов.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Методика аттестована Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС», Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии – РОСТАНДАРТ), в соответствии с Приказом Минпромторга России от 15.12.2015 г. № 4091, ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) изме-

рений», ГОСТ Р. ИСО 5725-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».

Аттестация осуществлена по результатам теоретических и экспериментальных исследований методики измерений.

Свидетельство об аттестации методики измерений № 205-09/RA.RU.311787/2020 от 30 ноября 2020 г.

Методика измерений зарегистрирована в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений РФ, регистрационный код ФР.1.31.2020.3816.

Разработчик: ИПЭЭ РАН совместно с МГУ имени М.В. Ломоносова.

22. Технология получения нового, биосовместимого и биостабильного материала, способного обеспечить необходимые показатели кальциноз- и тромборезистентности

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработана технология получения нового, биосовместимого и биостабильного материала на основе фиксированного глутаровым альдегидом (ГА) ксеноперикарда, способного обеспечить необходимые показатели кальциноз- и тромборезистентности, а также способного к резндотелизации клетками реципиента. В модели долгосрочной гетеротопической имплантации мелким лабораторным животным показано, что разработанный авторами материал с подавленной иммуногенностью и максимальным сохранением интактности внеклеточного матрикса показал наибольшие биостойкость, степень репопуляции и биоинтеграции, а также выраженную резистентность к развитию асептического кальциноза, даже в сравнении с контрольными материалами зарубежного производства, являющимися своего рода «золотым стандартом» в современной сердечно-сосудистой хирургии.

Области возможного использования.

Реконструктивная сердечно-сосудистая хирургия, кардиохирургия врождённых и приобретённых пороков сердца.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Технология готова и может быть передана для внедрения в профильные медицинские центры. Для дальнейшего внедрения в клиническую практику и/или наукоёмкое производство требуется проведение сертификации соответствующих медицинских изделий (пластин, биопротезов и т.д.). Идёт подготовка заявки на получение патента РФ.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Полное импортзамещение дорогостоящих аналогов, а также внедрение новой высокоэффективной продукции, способной в значительной степени увеличить срок службы биопротезов клапанов сердца и иных вспомогательных материалов для сердечно-сосудистой хирургии.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Для экспериментальных материалов, созданных по разработанной технологии, выявлено значительное превышение целевых показателей по сравнению с известным зарубежным коммерческим контролем.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Технология обладает патентной чистотой и патентоспособностью как минимум на территории РФ и ЕАЭС.

Разработчик: ИТЭБ РАН.

23. RUFOSS – программный модуль интеграции имитационных модулей для оценки взаимодействий между лесными экосистемными услугами

Краткая характеристика основных технических параметров.

Создана программа для ЭВМ с целью интеграции программных модулей и систем, разработанных для комплексной оценки и прогноза динамики взаимодействующих экосистемных функций и услуг лесов в условиях комбинированного влияния изменений климата и антропогенных факторов. Развитие концепции экосистемных функций и услуг, совершенствование вычислительной техники, технологий программирования и математического аппарата создают предпосылки для разработки ансамблей экологических моделей, позволяющих оценивать не только отдельные функции и услуги лесных экосистем, но и взаимодействие между ними в условиях комбинированного действия изменений климата и антропогенных факторов. Решение этой проблемы, актуальность которой сложно переоценить, требует разработки методических подходов и программно-технических решений, нацеленных на создание платформы для интеграции моделей, оценивающих отдельные функции и услуги. Созданная программа, не имеющая аналогов в мире, предназначена для интеграции программных модулей и систем, разработанных для комплексной оценки и прогноза динамики экосистемных функций и услуг лесов с учётом синергии (положительных связей) и компромиссов (отрицательных связей) между ними. Работа выполнена в рамках международного проекта FP7 ERA – Net Sumforest-POLYFORES при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (уникальный идентификатор проекта RFMEFI61618X0101).

Область возможного использования.

Областью применения данного программного решения являются модельная оценка и прогноз взаимодействия между различными экосистемными функциями и услугами лесов в условиях глобальных изменений для устойчивого управления лесами и их адаптации к изменениям климата.

Степень готовности разработки к практическому применению:

– 100%.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Модуль RUFOSS создаёт возможности интеграции моделей прогнозирования динамики древесных и недревесных ресурсов, рекреационного потенциала и устойчивости лесов (FORRUS-S), динамики углерода (ROMUL), статистического генератора климата (SCLISS), оценки видового разнообразия растений (BioCalc), расчётов гидрографов талого и дождевого стока с водосбора, а также уровня воды в водоёме (ILLM), прогноза стока и выноса элементов с лесного водосбора (ILHM) и обмена данными между ними.

Сравнительные характеристики с известными разработками.
Созданная программа не имеет аналогов в мире.
Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.
Свидетельство государственной регистрации № 2020666245. 08.12. 2020.
Разработчик: ЦЭПЛ РАН.

24. Иммунохроматографический тест для определения IgG и IgM антител к SARS-CoV-2

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработан иммунохроматографический тест для определения IgG и IgM антител к SARS-CoV-2 в крови, плазме или сыворотке человека. В тесте используется мономерный рецептор, связывающий домен шиповидного белка коронавируса (RBD), получаемый в ФИЦ Биотехнологии РАН при помощи культивируемых клеток млекопитающих. Антитела к RBD являются нейтрализующими, т.е. могут препятствовать проникновению вируса в клетки. Проведены клинические испытания теста, установлена диагностическая специфичность 99% при чувствительности 98,2 и 99,1% для IgG и IgM антител, соответственно. Время анализа – 10 минут. По протоколам ускоренного старения показана стабильность теста в течение 2 лет. Получены регистрационное удостоверение Росздравнадзора № РЗН 2020/11811 и сертификат соответствия ГОСТ Р № 0532092.

Разработан прототип теста для определения антигена, нуклеокапсида, SARS-CoV-2. На модельных образцах показана высокая аналитическая чувствительность и специфичность. Проведены предварительные испытания на назальных пробах, получено подтверждение результатами ПЦР анализа.

Область возможного использования.

Высокоточное и специфичное выявление разработанной тест-системой IgG и IgM антител даёт возможность оценить стадию течения болезни и наличие иммунитета. Тесты востребованы в ЛПУ, медицинских кабинетах организаций, врачами на выезде.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Выполнена разработка, создан прототип и проведено масштабирование технологии. На базе ООО «АИН» (дочерней компании ФИЦ Биотехнологии РАН) налажено производство тестов с производительностью до 100 000 в месяц.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Применение созданных тестов позволяет сократить время анализа, проводить выявление антител без использования дополнительного оборудования/лабораторных условий. Это снижает расходы на логистику и анализ, повышает точность постановки диагноза. Использование тестов даёт возможность своевременно оценить стадию заболевания и, в случае необходимости, вовремя изолировать больного, тем самым сдерживать распространение инфекции.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

На рынке представлено большое количество подобных тест-систем, однако наша разработка обладает более высокими аналитическими характеристиками,

малым временем анализа (менее 10 минут), цветовой индикацией контрольной и аналитических зон (использованы маркеры разного цвета), позволяет выявлять преимущественно нейтрализующие антитела.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Разработка сейчас защищена ноу-хау компании, возможна подача патента.

Разработчик: ФИЦ Биотехнологии РАН.

25. Разработка молочно-солодовых напитков для производства освежающих, энергетических, функциональных и оздоровительных напитков

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработана линейка молочно-солодовых напитков, содержащих стабилизированные пробиотики, молочно-кислые бактерии, а также физиологически активные разрешённые к применению в пищевой промышленности добавки (растительные лигнаны и инулины, витамины, микроэлементы и др.) для производства освежающих, энергетических, функциональных и оздоровительных напитков. Регулярное потребление разработанного продукта: укрепляет иммунитет, способствует активному росту и развитию детей, улучшает работоспособность, ускоряет восстановление после нагрузок и болезней, нормализует работу ЖКТ.

Основная товарная форма – сухой порошок, который легко растворяется в горячей или теплой воде непосредственно перед употреблением. Также возможен выпуск иных форм – паст, сиропов.

Область возможного использования.

Потребители и рынок сбыта – рядовые потребители, детские учреждения, лечебные и пенитенциарные учреждения, армия, сеть фитнес- и спортклубов.

Дополнительный социальный эффект от изобретения – будет налажено производство ещё одного безалкогольного напитка-бренда на основе солода, т.е. солодовая промышленность и сельское хозяйство получают возможность развития без сопутствующей алкоголизации населения.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Разработанный продукт, напиток для функционального и лечебного питания, полностью готов к внедрению в практику. Произведено несколько партий для тестирования и маркетинговых действий. Отработаны режимы производства и опытные технологические линии, пригодные к масштабированию. Разработано и зарегистрировано торговое название созданного напитка (Orlenok).

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Проводится поиск промышленного партнера для организации производства и выпуска продукции. Возможный экономический эффект зависит от уровня продаж. Возможна также продажа лицензий.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Разработка находится на уровне мировых образцов, в РФ аналогов нет.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент РФ № 2717008 (ФИЦ Биотехнологии РАН).

Разработчик: ФИЦ Биотехнологии РАН.

26. Моделирование пространственного распределения переднеазиатского леопарда в условиях горных территорий на примере Кавказа

Совместная разработка Института экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН и Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН.

Краткая характеристика основных технических параметров.

Впервые для территории Северного Кавказа проведены комплексные исследования, направленные на изучение основных закономерностей пространственного размещения реинтродуцированного редкого вида – переднеазиатского леопарда *Panthera pardus ciscaucasica*. При оценке пространственного распределения выпущенных в естественную среду животных использованы различные источники дистанционной информации: наборы тематических дешифрованных данных MODIS (в том числе: информация о лесопокрытой площади Canopy Cover with NASA MODIS Leaf Area Index Data, вегетационные индексы NDVI и EVI, рассчитанные с 16- дневным интервалом), наборы климатических данных из баз WorldClim и ENVIREM, и морфометрические составляющие цифровой модели местности (в том числе защитные условия), полученные на основе данных SRTM и ASTER Global DEM. Все переменные приведены к масштабу 150 м в пикселе программным методом бикубической интерполяции сплайнами (более точный, но и более требовательный к вычислительным ресурсам). Обработка используемых данных проводилась с помощью пакетов программ QGIS, Statistica, пакет программирования R. Оригинальность исследований заключается в возможности верификации модели в режиме реального времени на основе данных, передаваемых спутниковым ошейником, и фактическом подтверждении модельных данных, показывающих достоверность теоретических предположений.

Области возможного применения.

Фундаментальные исследования в области моделирования пространственного распределения видов животных в сложных ландшафтно-климатических условиях горных территорий, прикладные задачи, в частности, выбор мест для последующих выпусков новых особей леопарда, расчёт возможных рисков конфликта выпущенных животных и человека. В 2020 году животные были выпущены с учётом построенной модели.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Проведены работы по теоретическому обоснованию разработки, сформулирована концепция разработки и её научное обоснование, опубликованы результаты исследований (в том числе сравнение теоретических расчётов с реальными данными) как по локальным территориям выпуска, так и для территории Кавказа в целом.

Возможный технический или экономический эффект от внедрения.

Основан на наукоёмкости метода, когда для принятия решения о местах выпуска реинтродуцированного животного используются научно обоснованные локалитеты. Экономический эффект достигается за счёт оптимизации мероприятий по реинтродукции и мониторингу редких животных с учётом полноты информации.

Сравнительная характеристика с известными разработкам.

Создана оригинальная научная разработка, учитывающая как сложные природно-климатические условия горных территорий, так и особенности пространственного распределения различных компонентов горных экосистем, являющихся защитными, кормовыми или конкурентными факторами для реинтродуцированного животного. Разработанная методика обладает универсальностью, может быть использована для моделирования пространственного распределения самых различных компонентов горных экосистем (животных и растений).

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Проводится работа по оформлению патентной документации на оригинальный код на языке программирования R, используемый для конвертирования и визуализации данных.

Разработчик: ИЭГТ РАН совместно с ИПЭЭ РАН.

27. Оригинальные диагностические тест-системы для определения антител различных классов, специфичных к SARS-CoV-2

Краткие характеристики основных технических параметров.

Продукт предназначен для определения антител различных классов, специфичных к SARS-CoV-2.

Область возможного использования.

Оригинальные диагностические тест-системы для определения антител различных классов, специфичных к SARS-CoV-2.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Учеными ИБХ РАН в сотрудничестве с ЦКБ РАН, при участии Российской академии наук и Министерства науки и высшего образования разработаны тест-системы к COVID-19. Тест-системы прошли сертификацию Росздравнадзора РФ и в настоящее время запущены в производство.

Тест-системы представлены в четырёх вариантах: общий скрининговый тест (суммарное определение сразу трёх антител IgA, IgG, IgM) и три системы для определения конкретного класса антител (IgA-, IgG- или IgM-антител).

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

В Российской Федерации большое количество людей, инфицированных SARS-CoV-2. Основными задачами в противостоянии развитию пандемии является оценка количества инфицированных людей, перенёсших заболевания (в том числе бессимптомно), а также определение иммунологического статуса пациентов. Таким образом, разработка новых и совершенствование существующих тест-систем является актуальной задачей. Разработаны и оптимизированы диагностические тест-системы для качественной детекции и количественной оценки уровня антител классов IgA, IgG, IgM к различным вариантам поверхностных и внутренних вирусных антигенов. Получены рекомбинантные фрагменты поверхностного «спайк» белка (N-концевой домен, домены RBD, RBD-SD1), фрагменты белка N и M вируса SARS-CoV-2. Проведено тестиро-

вание на связывание с антителами из сывороток пациентов с детектированной коронавирусной инфекцией на разных стадиях развития заболевания и здоровых доноров. Получены госрегистрационные удостоверения на медицинские изделия:

– SARS-CoV-2-Антитела ИБХ РАН IgM-IgG-IgA тест – зарегистрирован, РУ № РЗН 2020/11104 от 30 июня 2020 г.;

– SARS-CoV-2-Антитела ИБХ РАН IgG тест – зарегистрирован, РУ № РЗН 2020/11010 от 23 июня 2020 г.;

– SARS-CoV-2-Антитела ИБХ РАН IgM тест – зарегистрирован, РУ № РЗН 2020/11531 от 31 июля 2020 г.;

– SARS-CoV-2-Антитела ИБХ РАН IgA тест – зарегистрирован, РУ № РЗН 2020/11529 от 31 июля 2020 г.

Запущено производство и реализация наборов. На текущий момент реализовано 42 220 тестов.

Прошли торги на заключение договора с ИЛ ТСБ ООО «Электронтест» на проведение технических испытаний для получения бессрочных РУ на вышеуказанные медицинские изделия (протокол 19.01.2021 г.).

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Полностью оригинальный препарат. Клинические испытания подтвердили высокую точность детекции антител и низкий процент ложноположительных и ложно-отрицательных результатов в сравнении с аналогичными тестами отечественных производителей.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент. СПОСОБ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКОМБИНАНТНЫХ БЕЛКОВ SARS-COV-2 В СОСТАВЕ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ УРОВНЕЙ АНТИТЕЛ КЛАССОВ IgM, IgG, IgA В СЫВОРОТКЕ/ПЛАЗМЕ КРОВИ БОЛЬНЫХ COVID-19. RU 2730897.

Разработчик: ИБХ РАН.

28. Способ биологической индикации ранних климатических и других экологических изменений морских экосистем

Краткая характеристика основных технических параметров.

Отличительной чертой способа биологической индикации ранних климатических и других экологических изменений морских экосистем является использование в качестве биоиндикаторов гидробионтов, постоянно обитающих в условиях краевых биотопов. Способ предполагает наблюдение за морскими животными, обитающими на естественных поселениях акватории, установление их численности, биомассы, границ распределения и определение на их основе трендов изменения индикаторных биологических параметров в градиенте природных факторов среды обитания.

Область возможного применения.

Способ обеспечивает возможность выявления ранних климатических и других экологических изменений морских экосистем.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Полностью готова к практическому применению.

Возможный технический и/или экономический эффект от внедрения.

Своевременная оценка направления изменения прибрежных экосистем позволит усилить экологический подход в природопользовании, будет способствовать охране окружающей среды и улучшению условий обитания животных и проживания людей.

Сравнительная характеристика с известными разработками.

Разработка соответствует мировому уровню.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Гудимов А.В., Свитина В.С. Способ биологической индикации ранних климатических и других экологических изменений морских экосистем. Патент на изобретение № 2724875 от 26.06.2020. // Б.И. – 2020. – № 18. 26.06.

Разработчик: ММБИ РАН.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научно-практические результаты Отделения физиологических наук РАН за 2019–2020 годы

1. Функциональная организация спинальной локомоторной нейронной сети и способы её регуляции. Точная локализация спинальных нейронных локомоторных сетей остаётся неизвестной. В исследованиях на спинализованных животных показано, что локомоцию можно инициировать электрической стимуляцией ростральных (L2) или каудальных (S1) сегментов люмбо-сакрального отдела спинного мозга. Установлено, что стимуляция L2 инициирует хорошо координированную локомоцию после перерезки спинного мозга на уровне S1, тогда как стимуляция S1 не вызывает локомоцию после перерезки на уровне L2. Это доказывает, что ростральные сегменты поясничного утолщения являются ключевыми контроллерами инициации локомоторного поведения, а каудальные нейронные сети могут модулировать моторный выход только в присутствии контроллеров. **Разработан алгоритм чрескожной неинвазивной мультисегментарной стимуляции спинного мозга, обеспечивающий локомоторно-постуральное взаимодействие у парализованных пациентов.** Установлено, что пространственно-временная электрическая стимуляция спинальных нейронных сетей может одновременно регулировать мышечный тонус и инициировать шагательный ритм (ИФ РАН).

2. Синдром Ретта (CP) – это заболевание, вызванное мутацией в гене MECP2. Пациенты с CP имеют выраженные моторные и когнитивные дисфункции, в связи с чем возникают трудности в оценке того, насколько эти пациенты способны декодировать слуховые сигналы и речь. В нашей работе **были выявлены значимые изменения в слуховых вызванных потенциалах мозга на речевые и неречевые стимулы** у этих пациентов. Наиболее яркие изменения касались позитивного компонента с латентностью ~200 мс (P2), который был снижен у 11 из 12 пациентов с CP. Кроме того, было обнаружено, что компонент P2 также понижен в животных моделях CP. Таким образом, этот компонент может служить трансляционным маркером изменения работы мозга при CP и использоваться для оценки эффективности терапии этого заболевания (ИВНД РАН).

3. **Выявлено с использованием современных методов нейровизуализации (фМРТ), что после завершения космического полета (КП) продолжительностью полгода, имеет место ослабление связей между корой больших полушарий и вестибулярными ядрами, а также между мозжечком и рядом других зон, вовлечённых в контроль движений.** Исследования подтвердили представление об интенсивной реорганизации функциональных связей между различными зонами головного мозга у 11-ти космонавтов. Обнаружена преимущественная адресация этой реорганизации к центрам, обеспечивающим ориентацию в пространстве и направленность движений. Полученные данные

подтверждают гипотезу о развитии вестибулярного неглекта (игнорирование центральной нервной системой сигналов, поступающих от вестибулярного аппарата) в условиях КП. С другой стороны, фМРТ выявила усиление связей между корой островка (инсулой) в обоих полушариях, а также между островком и другими отделами мозга. Островковые доли отвечают за интеграцию сенсорных сигналов различной модальности, а также играют ключевую роль в восстановлении системы моторного контроля при нейрореабилитации после инсультов и черепно-мозговых травм. Совместно с Европейским космическим агентством, ВШЭ, ЛРЦ, МГУ им. М.В. Ломоносова (ИМБП РАН).

4. Завершены фундаментальные исследования и разработаны имплантаты, а также препараты на их основе с иммобилизованными биолигандами и биологически активными соединениями для лечения и протезирования двигательных систем.

Полученные результаты могут быть использованы в травматологии, ортопедии, гнойной хирургии, в других отраслях восстановительной медицины, кроме того, для создания «банков тканей» имплантатов и имплантационных препаратов для учреждений здравоохранения.

Биотехнологические приёмы создания, контроля качества, оценки безопасности костных имплантатов и имплантационных препаратов отражены на принципиальной схеме (ВИЛАР).

5. Сегрегация хромосом сопровождается переходом от латерального прикрепления кинетохора к микротрубочке к прочному торцевому прикреплению кинетохора. Кинезин CENP-E и кинетохорный комплекс Ndc80 обеспечивают надёжное соединение шарика с плюс-концом микротрубочки в течение нескольких циклов динамики микротрубочек, в отсутствие каких-либо специализированных белков, связывающихся непосредственно с торцевым концом микротрубочки, или регуляторных белков (ЦТП ФХФ РАН).

6. Экспериментально показана возможность эпигенетической регуляции (посредством ацетилирования гистонов) уровня экспрессии генов атипичных протеинкиназ (*Prkci*, *Prkcz*), играющих важную роль в молекулярных механизмах формирования и хранения долговременной памяти. Экспрессия гена *Prkci*, кодирующего необходимую для ранней фазы памяти протеинкиназу C λ (PKC λ), увеличивалась в ответ на изменение эпигенетического ландшафта (деконденсация хроматина). Кроме того, индукция перестроек хроматина в нервных клетках с помощью ингибитора гистондеацетилаз трихостатина А (TSA) приводила к оставленному во времени изменению соотношения транскриптов мультипромоторного гена *Prkcz*: экспрессия мРНК нейрон-специфичной протеинкиназы M ζ (PKM ζ), необходимой для долговременной памяти, снижалась, но наблюдалось увеличение экспрессии альтернативного продукта – протеинкиназы C ζ (PKC ζ), белковые молекулы которой в норме присутствуют в мозге в следовых количествах. Установлено, что эпигенетически-опосредованное «переключение» синтеза транскриптов PKC ζ /PKM ζ зависит от *de-novo* синтеза белков. Полученные данные расширяют наши представления о функционировании нервных сетей на молекулярном уровне и могут быть использованы в дальнейшем для разработки способов коррекции дефицита памяти (ИВНД РАН).

7. Боковой амиотрофический склероз (БАС) – прогрессирующее неизлечимое нейродегенеративное заболевание, характеризующееся поражением мотонейронов головного и спинного мозга. В модели БАС на досимптомных трансгенных мышах генотипа B6SJL-Tg(SOD1-G93A)dl1Gur/J были выявлены пре- и постсинаптические нарушения нервно-мышечной синаптической передачи, которые характеризуются изменением параметров спонтанной и вызванной высокочастотной активностью нейросекреции, динамики внутри-терминальной кальциевой концентрации, снижением экспрессии ключевых пресинаптических белков SNAP-25 и синапсина-I, изменением интенсивности сборки/разборки липидных микромонов клеточных мембран, повышением вариабельности синапсов по уровню интенсивности процессов экзо- и эндоцитозасинаптических везикул; данные изменения сопровождаются дегенеративными изменениями на уровне спинного мозга. Полученные сведения об идентифицированных молекулярных мишенях патологического процесса могут быть использованы в исследованиях по разработке терапевтических стратегий при БАС. (Казанский государственный медицинский университет, Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН).

8. Накоплена единственная в России группа из 22 пациентов, которым было проведено хирургическое лечение опухолей костей таза с замещением дефекта индивидуальными имплантатами, созданными посредством компьютерного моделирования и 3D-принтинга. Разработаны дизайны индивидуальных имплантатов и методы фиксации в зависимости от типа резекции костей таза. Впервые в России выполнена экстраартикулярная резекция костей таза вертлужной впадины и бедренной кости с реконструкцией оперированного сегмента двумя типами онкологических эндопротезов. Ранее такие пациенты были подвержены инвалидизирующим операциям, разработанная методика позволяет в кратчайшие сроки начать реабилитацию и добиться хороших онкологических и функциональных результатов. Лимитирующим фактором данного исследования является малое количество пациентов и короткие сроки наблюдения, что требует продолжения данной работы. Внедрение разрабатываемых технологий возможно в хирургии, онкологии, травматологии и ортопедии, военной медицине, челюстно-лицевой хирургии. В последующем данное направление получит свое развитие при 3D-биопринтинге искусственной кости (НМИЦ онкологии им. Н.Н.Блохина МЗ РФ, НМИЦ радиологии МЗ РФ).

9. Цель исследования – создание Т-киллеров с химерными рецепторами (CAR-клетки), предназначенных для иммунотерапии солидных форм рака. В качестве опухолеспецифического маркера выбрали Tn-антиген, присутствующий на 70% различных карцином и полностью отсутствующий на нормальных клетках. Tn-антиген образуется в результате aberrантного гликозилирования, наблюдающегося в опухолевых клетках. Путём нокаутирования гена Cosmc, отвечающего за нормальное гликозилирование, последующего выделения и сортировки с помощью разработанного авторами ранее метода SORTS, получили линии клеток MCF7 и A549 с aberrантным гликозилированием. Мышей иммунизировали глико-модифицированными клетками, была проведена

гибридизация, в результате получено несколько моноклональных антител, реагирующих с глико-модифицированными клетками, но не с родительскими клетками. Результаты работы создают основу для получения моноклональных антител против Тп-антигена и позволяют перейти к созданию Т-киллеров с химерными рецепторами (CAR-клетки), предназначенных для лечения карцином (Институт иммунологии ФМБА России).

10. Механизмы реализации влияний коры мозга на висцеральную ноцицепцию малоизучены. В экспериментах на крысах впервые показано, что в отсутствие висцеральной патологии инфраламбическая область медиальной префронтальной коры способна в равной мере оказывать возбуждающее и тормозное влияния на вызванные болевым колоректальным растяжением реакции нейронов продолговатого мозга. Установлено, что блокада серотониновых рецепторов 5-HT₃ подтипа в мозге приводит к ослаблению стимулирующего действия инфраламбической коры на ноцицептивную активацию бульбарных клеток. Впервые показано, что кишечная гипералгезия воспалительного генеза ассоциирована со снижением эффективности тормозных кортико-бульбарных влияний и устойчивостью их активирующего компонента к 5-HT₃ блокаде. Полученные данные раскрывают механизм кортикального контроля висцеральной ноцицепции, который может являться одной из терапевтических мишеней при лечении острой и хронической абдоминальной боли в клинике (ИФ РАН).

11. Метформин – препарат первой линии выбора при лечении сахарного диабета 2 типа и ожирения. Общепринято, что его мишенями являются периферические ткани. Однако в последние годы развивается концепция о том, что мишенями метформина могут быть структуры мозга, через которые осуществляется регуляция энергетического гомеостаза на периферии. Нами на генетической модели ожирения у Agouti-мышей впервые показано, что длительное лечение животных метформином нормализует уровни инсулина и лептина в гипоталамусе, восстанавливает гипоталамические сигнальные пути и продукцию факторов, контролирующих пищевое поведение. Восстановление гипоталамической регуляции положительно взаимосвязано со способностью метформина улучшать метаболические и гормональные показатели у мышей, нарушенные при ожирении, что свидетельствует о решающем вкладе центральных механизмов регуляции в терапевтический эффект метформина (ИЭФБ РАН).

12. Разработана и внедрена новая экспериментальная модель расстройств аутистического спектра с использованием инбредных мышей линии BALB/c, отличающихся реакцией страха в новой обстановке. Установлено, что анксиолитическое воздействие, исключаяющее седативный эффект, ведёт к уменьшению тревожности, снижению двигательной активности, увеличению способности мышей к социальному взаимодействию, к повышению показателей переобучения и воспроизведения рефлекса после пространственной «сшибки» сформированного навыка (НИИ фармакологии им. В.В. Закусова).

13. Сферы возможного применения: диагностическая медицина. Поиск биомаркеров болезни Паркинсона в крови у больных на клинической стадии – после появления двигательных расстройств, является общепринятым подходом

к разработке ранней (доклинической) диагностики - задолго до проявления двигательных нарушений. Поскольку нет оснований считать, что все эти маркеры характерны и для доклинической стадии БП, нами предложено в качестве маркеров доклинической стадии использовать только те, которые также характерны для животных на моделях клинической и доклинической стадий БП. Проведённые исследования на больных и моделях подтвердили правомочность предложенной новой методологии – среди выявленных нами маркеров у больных только 23% были характерны для обеих моделей. Мы полагаем, что именно эти маркеры могут служить для ранней диагностики БП, что позволит начать лечение, направленное на замедление гибели нейронов и продление неограниченно долго периода бессимптомного развития заболевания (ИБР РАН).

14. В рамках проекта ЕКА – Роскосмос «ЭкзоМарс» на космическом аппарате TraceGasOrbiter в составе научной аппаратуры ИКИ РАН «ФРЕНД» используется дозиметр «Люлин-МО» (совместная разработка ГНЦ РФ ИМБП РАН и Института космических исследований и технологии Болгарской академии наук.). В 2019 году дозиметр продолжал успешно работать в составе научной аппаратуры космического аппарата. Получены уникальные экспериментальные данные о радиационной обстановке при орбитальном полёте вокруг Марса.

Практическая значимость. Полученные экспериментальные данные подтверждают имеющиеся расчётно-теоретические оценки радиационной обстановки, проведённые ранее при анализе возможности проведения пилотируемых полётов за пределами магнитосферы Земли. Подтверждено, что уровни радиационного воздействия при годовом полёте в дальнем космосе могут быть близки к предельно допустимому уровню воздействия на организм человека за всё время его профессиональной деятельности (ИМБП РАН).

15. В данном исследовании были разработаны и проанализированы математические модели эритроцитов-биореакторов на основе реакций гликолиза и различных ферментов, использующих аммоний. Была предложена и экспериментально реализована новая ферментная система на основе одновременно включения в эритроциты ферментов глутаматдегидрогеназы и аланинаминотрансферазы инфарктов (ЦТП ФХФ РАН).

16. Раскрыт один из возможных механизмов влияния мотивации на принятие манипулятивного решения. Показано, что структуры префронтальной коры, связанные с обеспечением процессов принятия решения, выбора и реализации действий, демонстрируют разный уровень энергопотребления при ложных действиях в зависимости от силы мотивации. Полученные данные указывают на то, что влияние механизма детекции ошибок на процессы принятия решения о ложном действии ослабевает при повышении их выгодности – при усилении мотивации при ложных действиях информация от детектора ошибок учитывается в меньшей степени (ИМЧ РАН).

17. Методом высокопроизводительного singlecell секвенирования ампликонов гена 16S рРНК определён состав микробиома в клетках инфузорий родов Paramecium и Stentor. Установлено, что микробиомы, ассоциированные с клетками инфузорий, существенно отличались по таксономическому составу и

богатству от сообществ свободноживущих бактерий. Кроме того, микробиомы инфузорий разных родов и географической локализации характеризовались выраженными различиями. В микробиомах инфузорий родов *Paramecium* и *Stentor* выявлены бактерии, являющиеся комменсалами или оппортунистами человека, включая *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Bacteroides*, *Bergeyella*, *Capnocytophaga*, *Corynebacterium*, *Enterococcus*, *Haemophilus*, *Lautropia*, *Mycobacterium*, *Neisseria*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Propionibacterium*, *Pseudomonas*, *Rothia*, *Stenotrophomonas*, *Streptococcus* и *Veillonella*. **Полученные данные подтверждают гипотезу о том, что свободноживущие инфузории вовлекают в ассоциации потенциально патогенных бактерий и выполняют роль их природного резервуара (ИКВС УрО РАН).**

18. По результатам выполнения велоэргометрического теста «до отказа» высококвалифицированными спортсменами у биатлонистов на фоне более высокого уровня лактата, по сравнению с лыжниками, **выявлена отрицательная корреляция между потреблением кислорода на максимальной мощности физической нагрузки и временем выполнения координационной пробы после теста.** Полученные данные свидетельствуют, что выполнение координационной пробы после физических нагрузок максимальной мощности может применяться для оценки и улучшения координации движений у спортсменов в зимних циклических видах спорта (ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН).

19. Использование молекулярных маркеров рака почки. 40% больных раком почки на момент установки диагноза имеют местно-распространенную форму заболевания или отдаленные метастазы. Поиск молекулярных маркеров рака почки является актуальной проблемой.

В исследовании изучено содержание ММР-2,7,8,9 и TIMP-1 в сыворотке крови первичных больных почечно-клеточным раком. Факторами неблагоприятного прогноза в общей группе больных раком почки оказались высокие уровни ММР-7 и ММР-8 в сыворотке крови. Более значимой оказалась ММР-7: 3-летняя выживаемость при низком уровне маркера составила 93%, при высоком – 51% ($p < 0,001$). Для ММР-8 эти показатели составили 78 и 58% соответственно ($p < 0,01$). Прогностическое значение ММР-7 сохраняется и при I стадии рака почки: при 3-летнем сроке наблюдения живы все пациенты с низким уровнем маркера, а выживаемость больных с высоким уровнем ММР-7 составила 72% ($p = 0,02$). Таким образом, ММР-7 в сыворотке крови больных почечно-клеточным раком имеет потенциально прогностическое значение, может использоваться для мониторинга эффекта лечения и появления рецидивов заболевания (НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина совместно с ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России).

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Результаты, уже нашедшие своё документальное подтверждённое практическое применение или имеющие высокий потенциал практического использования

1. Разработан и прошёл клиническую апробацию мультисенсорный комплекс молекулярной диагностики ряда социально-значимых заболеваний на основе полупроводниковых газовых сенсоров и методов нейросетевого анализа данных. Комплекс состоит из набора полупроводниковых сенсоров и реализует алгоритмы нейросетевой обработки данных. Поскольку биохимические процессы, протекающие при злокачественных новообразованиях, COVID-19 и внебольничной пневмонии, отличаются, то комплекс обеспечивает выявление малых концентраций соединений, характерных для каждого отдельного заболевания. Далее обученная искусственная нейронная сеть распознает и отличает составные молекулярные маркеры, содержащиеся в образцах выдыхаемого воздуха пациентов с патологическими процессами от образцов выдыхаемого воздуха здоровых людей. Время, затрачиваемое на постановку диагноза, составляет в среднем не более 5 минут. Клинические исследования продемонстрировали высокую эффективность применения комплекса для неинвазивной диагностики коронвирусной инфекции (COVID-19); внебольничной пневмонии; злокачественных новообразований легких, орофарингеальной области, гортани и других локализаций. Отличительные особенности комплекса заключаются в мобильности применяемых технических средств и возможности размещения в медицинских учреждениях разного уровня. Метод является оперативным и исключает человеческий фактор. Одним из важных преимуществ является простота и возможность беспрепятственного использования с целью скрининга патологических процессов для широкого контингента населения. (Томский НИМЦ)

2. Основываясь на понимании важнейших механизмов прогрессии опухолей, включая паренхиматозно-стромальные отношения и роль иммунной системы, предложен оригинальный патогенетически значимый критерий, дополняющий перечень инструментов для прогнозирования риска развития рецидивов, представляющий собой определение наличия сочетания базальноклеточной гиперплазии и плоскоклеточной метаплазии в мелких бронхах. Показано, что наиболее эффективной схемой профилактики рецидивов в группе больных с высоким риском их развития является комбинация предоперационной химиотерапии с интраоперационным облучением, при использовании которой рецидивов не было в течение пяти лет наблюдения. Установлено, что 5-летняя безрецидивная выживаемость является минимальной в группе с сочетанием базальноклеточной гиперплазии и плоскоклеточной метаплазии в бронхах и отсутствием какой-либо предоперационной терапии. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в группе

высокого риска рецидивирования, определяемого, в ходе рутинной морфологической оценки, на основании наличия в мелких бронхах сочетания базальноклеточной гиперплазии и плоскоклеточной метаплазии, возможно достижение высокой эффективности их профилактики. Выделение групп риска рецидивирования НМРЛ на основе оценки вариантов сочетания изменений в эпителии мелких бронхов, отдаленных от опухоли, позволяет оптимизировать терапию НМРЛ. Проведение персонализированного предоперационного комбинированного химиолучевого лечения в группе пациентов с высоким риском развития рецидива НМРЛ позволяет эффективно проводить профилактику их развития и избегать неоправданного назначения химиотерапии в группах с низким риском рецидивирования. Полученные результаты открывают перспективу развития новой методологии для других локализаций злокачественного процесса. (Томский НИМЦ)

3. Получены новые данные о роли иммуноэндокринной регуляции в клиничко-динамических механизмах формирования непсихотических психических расстройств. На основе анализа иммунологических, эндокринных параметров, уровня личностной и ситуативной тревожности у пациентов с непсихотическими психическими расстройствами выявлены критерии прогноза риска формирования панического расстройства на стадии расстройства приспособительных реакций. На основе анализа показателей эндокринной регуляции разработан способ прогноза затяжного течения невротических, связанных со стрессом, расстройств, который позволяет на раннем этапе расстройства приспособительных реакций прогнозировать формирование стойкого изменения личности. (Томский НИМЦ)

4. Идентифицированы факторы, влияющие на профиль антирецидивного поведения больных шизофренией в социуме и семье, и сформирована модель антирецидивного поведения больных шизофренией; выявлены особенности функционирования цикла мочевины на основе определения концентраций аргинина, орнитина и цитруллина у больных шизофренией. (Томский НИМЦ)

5. Разработаны оригинальные технологии молекулярно-генетической диагностики орфанных наследственных заболеваний с использованием массового параллельного секвенирования амплифицированных фрагментов ДНК, захватывающих полные кодирующие и некодирующие последовательности целевых генов. (Томский НИМЦ)

6. В рамках реализации Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы по приоритетному направлению стратегии научно-технологического развития Российской Федерации «Переход к персонифицированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счёт рационального применения лекарственных препаратов», в Федеральном государственном научном учреждении «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой» проводился комплекс исследований «Разработка методов персонифицированной терапии ревматических заболеваний», основанный на изучении генетических, иммунологических, биохимических,

психофизиологических биомаркеров аутоиммунных и аутовоспалительных ревматических заболеваний с целью прогнозирования ответа на инновационную таргетную терапию генно-инженерными биологическими препаратами и ингибиторами тирозинкиназ, расширения показаний для уже зарегистрированных лекарственных средств. **В результате проведённой работы была сформулирована концепция интеграции лекарственной терапии и высокотехнологичных ортопедических операций в систему оказания специализированной (ревматологической) помощи населению**, что способствовало изменению эволюции многих ревматических заболеваний у детей и взрослых, проявившееся в снижении инвалидности и повышении качества жизни пациентов с аутоиммунными и аутовоспалительными заболеваниями. Полученные научно обоснованные данные нашли своё отражение в публикациях ведущих отечественных и зарубежных изданиях, монографиях, клинических рекомендациях. Результаты внедрены в образовательные программы дополнительного профессионального образования и высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации в ординатуре и аспирантуре.

Актуальность продолжения исследований в данном направлении обусловлена не только увеличивающейся частотой развития аутовоспалительных и аутоиммунных заболеваний среди детей и взрослых и связанными с ними инвалидизацией из-за вовлечения в патологический процесс жизненно важных органов (включая почки, сердце, лёгкие) и увеличением смертности, но и социальной дезадаптацией самих пациентов и членов их семей. В будущем планируется сфокусировать усилия на формирование диагностических и терапевтических алгоритмов при наиболее тяжёлых и резистентных к лечению формах иммуно- и аутовоспалительных ревматических заболеваний. С этой целью будет продолжена работа по выделению клинических и иммуногенетических фенотипов ревматических заболеваний, созданию эффективных и безопасных схем лечения с применением генно-инженерных биологических препаратов (ГИБП) и ингибиторов тирозинкиназ путём комбинированной терапии, переключения с одного лекарственного средства на другое, дополнительного использования аферезных и сорбционных технологий. (НИИР им. В.А. Насоновой)

7. Разработаны алгоритмы диагностики аквапорин-ассоциированных оптикомиелитов, миелитов и оптических невритов. Разработаны и внедрены методы диагностики и прогнозирования течения широкого спектра демиелинизирующих заболеваний, Федеральный регистр демиелинизирующих заболеваний, а также программы оптимизации рисков применения высокоактивной терапии на базе моноклональных антител. (НЦН)

8. Разработаны и внедрены в клиническую практику персонифицированные алгоритмы и программы диагностики, прогнозирования течения и терапии широкого спектра демиелинизирующих заболеваний. (НЦН)

9. Изучены молекулярные механизмы противовоспалительного и органотективного действия ингаляционного анестетика ксенона, указывающие на способность ксенона снижать экспрессию провоспалительных генов в нерв-

ной ткани на модели травмы головного мозга, что при тяжёлом повреждении головного мозга поможет предотвратить патогенетически значимую избыточность посттравматических воспалительных реакций и нейрональную гибель и станет основой для разработки методов применения ксенона с целью органопротекции при критических состояниях (тема НИР «**Анестетическая нейропротекция ксеноном и севофлураном при тяжёлых повреждениях головного мозга. Клинико-экспериментальное исследование**»). (ФНКЦ РР)

10. На основе всестороннего атомно-микроскопического и атомно-спектро스코пического наноструктуры хранящихся эритроцитов выработаны объективные количественные критерии состояния длительно хранящейся эритроцитной взвеси и её пригодности к гемотрансфузии, что снизит частоту посттрансфузионных осложнений и улучшит результаты лечения пациентов в критических состояниях (тема НИР «**Исследование наноповерхности и локальной жёсткости мембран клеток при хранении компонентов донорской крови** и разработка на этой базе критериев пригодности эритроцитарной взвеси для гемотрансфузии при массивной кровопотере и критических состояниях организма»). (ФНКЦ РР)

11. В ходе целенаправленных метаболомных исследований найдены ключевые ароматические микробные метаболиты, содержание которых является интегральным показателем тяжести сепсиса, лежащим в основе создания и широкого использования тест-систем для ранней диагностики и прогнозирования исходов сепсиса (тема НИР «**Системная органопротекция в реаниматологии на основе целенаправленного мониторинга и регуляции дисбаланса метаболом/микробиом**»). (ФНКЦ РР)

12. Выявлена динамика содержания кандидатных молекулярных маркеров в сыворотке крови пациентов с геморрагическим инсультом, отражающая процессы альтерации и регенерации, соответствующие стадиям заболевания, что перспективно в комплексной диагностике, мониторинге лечения и реабилитационных мероприятий у пациентов с геморрагическим инсультом (тема НИР «**Маркеры повреждения и регенерации центральной нервной системы. Клинико-экспериментальное исследование**»). (ФНКЦ РР)

Особенно актуальной проблемой является сокращение сроков диагностики туберкулёза и других заболеваний, вызываемых патогенными микобактериями, так как микобактерии являются медленно растущими и трудно культивируемыми патогенами. Туберкулёз является одной из основных причин смертности от инфекционных заболеваний в мире, а нетуберкулёзные микобактерии часто вызывают заболевания лёгких у лиц с иммунодефицитом, особенно у ВИЧ-инфицированных. Результат диагностики ранее мог достигать 12 недель.

В ЦНИИТ разработаны и внедрены передовые технологии, направленные на ускорение получения результата исследования в сочетании с высокой надёжностью.

13. Автоматизация ПЦР-диагностики, которая основана на внедрении в диагностические исследования роботизированных станций с разработкой ори-

гинальной управляющей программы, позволила повысить чувствительность молекулярно-генетических тестов, исключить вероятность контаминации при выделении ДНК, снизить трудозатраты и увеличить поток проводимых анализов. (ЦНИИТ)

14. Оригинальной разработкой является создание ПЦР тест-системы в режиме реального времени, позволяющей непосредственно в диагностическом материале определять одновременно наличие ДНК туберкулёзных (МБТ) и нетуберкулёзных (НТМБ) микобактерий. (ЦНИИТ)

15. В случае выявления в образце ДНК МБТ проводится экспресс-детекция лекарственной резистентности к рифампицину, изониазиду и фторхинолонам с использованием разработанной совместно с ООО «Синтол» ПЦР тест-системой в режиме реального времени, позволяющая получать результат в течение 3 часов с целью немедленного назначения адекватной терапии туберкулёза. (ЦНИИТ)

16. При выявлении ДНК НТМБ применяется ещё один разработанный ПЦР-тест, позволяющий определять принадлежность возбудителя к основным клинически значимым видам НТМБ. (ЦНИИТ)

17. В условиях пандемии SARS-Cov-2 предложен оригинальный подход, основанный на одновременном выявлении из одного образца диагностического материала, ДНК МБТ/НТМБ и РНК возбудителя коронавирусной инфекции. (ЦНИИТ)

18. Полногеномным секвенированием раскрыта эпидемическая история ряда наиболее опасных генотипов и субтипов туберкулёза, ответственных за туберкулёз с множественной лекарственной устойчивостью в России и в ряде стран Евразии. Туберкулёзный очаг в лёгких неизбежно сопровождается апоптозом клеток фагоцитарной системы с высвобождением широкого круга ферментов, в том числе различных нуклеаз. Низкомолекулярные участки ДНК микобактерий всасываются из очага казеозного некроза и циркулируют в кровяном русле с размером фрагмента около 100 пар нуклеотидов, которые способны проходить через почечные каналы (тр-ДНК), деградируя до фрагментов длиной около 40 пар нуклеотидов. С помощью полногеномного секвенирования разработан и запатентован высокочувствительный ПЦР-тест, пригодный для выявления ДНК возбудителя туберкулёза и субтипирования выявленной ДНК *M. Tuberculosis* на наличие специфической мутации, характерной для высокопатогенных штаммов B0/W148 (CC2/W148), что может быть использовано для раннего выявления заболевания по циркулирующим в моче фрагментам генома *M. Tuberculosis*. (НЦ ПЗСРЧ).

19. На базе Иркутского центра СПИД и Иркутской областной клинической туберкулёзной больницы внедрён ряд прогрессивных технологий мобильного здравоохранения для повышения приверженности к лечению больных ВИЧ и туберкулёзом, в том числе, употреблявших инъекционные наркотики (Совместный проект с University of Virginia, USA). (НЦ ПЗСРЧ)

20. Сердечно-сосудистые заболевания. Разработан способ профилактики послеоперационных когнитивных расстройств при КШ, основанный на

применении в ходе подготовки к КШ дополнительно к стандартной медикаментозной терапии лечебной, дыхательной гимнастики и психокорректирующих мероприятий ежедневного курса (в течение 5–7 дней) кардиотренировок на тредмиле с индивидуальным определением скорости тредмила и учётом максимального потребления кислорода в процессе кардиопульмонального нагрузочного теста. (НИИ КПССЗ)

21. Хирургия сердца и сосудов. Доказано, что применение веноартериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации по сравнению с внутриаортальной баллонной контрпульсацией у пациентов, которым выполнялось чрескожное коронарное вмешательство высокого риска, **сопровождается меньшими клиническими, инструментальными и клинико-лабораторными проявлениями органного повреждения.** (НИИ КПССЗ)

22. Анестезиология и реаниматология. Разработана и внедрена новая медицинская технология вакуумной ультрафильтрации перфузата экстракорпорального контура, позволяющая осуществлять операции без использования компонентов донорской крови или снижать объём трансфузии. (НИИ КПССЗ)

23. Проблемы организации здравоохранения и медицинской науки. Разработаны и внедрены шкалы стратификации риска развития осложнений артериальной гипертензии в когорте малочисленной популяции шорцев. Научно обоснована современная модель менеджмента качества медицинской научной организации. (НИИ КПССЗ)

24. Исследования академика РАН А.А. Кубатиева и руководимой им научной школы позволили выявить новые неизвестные ранее общие механизмы и закономерности эндотелиальной дисфункции, основанные на повреждающем действии аминотиолов плазмы крови и, в частности, гомоцистеина, его фракций и метаболитов, разработать и внедрить в лабораторно-диагностическую практику целую линейку высокочувствительных инновационных методов анализа гомоцистеина и его фракций (общей связанной, свободной, и восстановленной), а также S-аденозилгомоцистеина, S-аденозилметионина и их соотношения (глобальный индекс метилирования) как ранних маркеров дисфункции эндотелия. На основе этих разработок установлена высокая патогенетическая значимость восстановленного гомоцистеина и S-аденозилгомоцистеина в генезе гипергомоцистеинемии, ишемических повреждений мозга и почек, показана ведущая диагностическая роль исследования редокс-статуса аминотиолов в качестве интегрального показателя развивающегося у больных инсульта. Полученные в ходе исследований А.А. Кубатиевым и соавторами результаты, как и проведённые ранее фундаментальные исследования в области патогенеза острого респираторного дистресс-синдрома септического происхождения, а также моделирования тромботического процесса в сосудах лёгкого, позволили выдвинуть гипотезу о возможном использовании препаратов, блокирующих метаболизм гомоцистеина, в качестве эффективных эндотелий-протекторных антикоронавирусных лекарственных средств. Перспективность такого стратегического подхода была подтверждена в недавней публикации

Serseg T. At all (2020), показавшей при помощи метода молекулярного докин-га возможность полной инактивации COVID-19 вируса при помощи фолиевой кислоты, являющейся наиболее широко известным блокатором метаболизма гомоцистеина. (НИИОПП)

25. В настоящее время совместными усилиями ФГБНУ «НИИОПП», ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России и Алтайского витаминного завода (г. Барнаул) **создана и запущена в качестве пилотного проекта программа лечения больных COVID-19 с использованием первого и единственного на сегодняшний день отечественного препарата антигомоцистеинового действия – Ангиовита.** Программа предусматривает использование препарата как с лечебной целью для ведения больных с коронавирусной инфекцией различной степени тяжести, так и с профилактической целью среди медицинского персонала, находящегося в постоянном контакте с больными COVID-19. (НИИОПП)

26. Впервые в России разработана технология с использованием элементов генетического редактирования системы CRISPR/CAS на основе отечественной платформы по производству компонентов системы направленного редактирования генома CRISPR для получения диагностических препаратов нового поколения. (ЦНИИЭ)

27. Наборы реагентов для диагностики новой коронавирусной инфекции, производства ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора:

1) Амплисенс® Cov-Bat-Fl – одна из первых тест-систем в России для выявления методом ПЦР в режиме реального времени возбудителя новой коронавирусной инфекции.

Регистрационное удостоверение на медицинское изделие (амплисенс® Cov-Bat-Fl) было получено 25 марта 2020 года. Диагностический набор прошёл клинические испытания, в которых продемонстрировал высокую чувствительность (1000 геномных эквивалентов в 1 мл) и специфичность, был разрешён для использования в РФ. Набор реагентов соответствует всем современным европейским требованиям ВОЗ и позволяет выявлять не только SARS-Cov-родственные вирусы (SARS-cov и SARS-cov-2), но и в одной реакции мультиплексного формата обнаруживать РНК вируса MERS-Cov, вызывающего сходное по симптомам заболевание – Ближневосточный респираторный синдром.

2) Амплисенс® COVID-19-FL.

ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора разработал и зарегистрировал тест-систему для количественного определения возбудителя новой коронавирусной инфекции – набор реагентов амплисенс® COVID-19-FL.

Данная уникальная тест-система, не имеющая аналогов в мире, обеспечивает не только более высокую информативность применения прямых методов выявления возбудителя в клинической практике, но и более высокую чувствительность обнаружения РНК SARS-cov-2 в исследуемом материале (500 геномных эквивалентов (копий РНК) в 1 мл.

Тест-система позволяет определять вирусную нагрузку SARS-cov-2 у пациента. Уровень вирусной нагрузки имеет важное значение для оценки эпиде-

миологической опасности инфицированного, коррелирует с тяжестью течения заболевания, что позволяет врачу прогнозировать течение заболевания и выбрать оптимальную терапию.

Кроме того, высокая чувствительность нового теста позволяет более информативно исследовать различные объекты окружающей среды – в рамках научных исследований с помощью нового теста можно изучать смывы с различных поверхностей, определяя не только наличие либо отсутствия на них РНК вируса SARS-cov-2, но также и его количество. Это позволит более эффективно обнаруживать коронавирус в потенциальных факторах передачи и оценивать эффективность противоэпидемических мер.

3). Амплисенс® SARS-cov-2-IT

Пандемия COVID-19 показала, что существует острейшая необходимость в доступном тестировании, которое по точности и скорости получения результата на порядок превышало бы уровень, достижимый с помощью существующих стандартных методов и подходов. Специалистами ФБУН Центральный НИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора зарегистрирован 03.02.2021 года новый тест для быстрого выявления SARS-cov-2. Тест основан на технологии петлевой изотермической амплификации (сокр. LAMP, от англ. «Loop mediated isothermal amplification»).

Новый тест позволил снизить время амплификации в 5 и более раз, а общее время тестирования – в 3–4 раза (т.е. получать результат в течение 60 мин)! Для клинических образцов с высокой и средней вирусной нагрузкой показатели чувствительности и специфичности составили 100%!

Тест полностью адаптирован для использования на базе существующей в стране инфраструктуры лабораторной диагностики, при этом абсолютно все компоненты для него производятся локально на базе ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора. Это позволяет полностью не зависеть от поставок из-за рубежа, контролировать производство и сделать само тестирование доступным для населения страны, что было решением задачи, поставленной Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 18 ноября 2020 года.

За 2020 год ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора:

- произвёл тест-систем для более 20 миллионов исследований, суммарно с выделительными наборами для ПЦР-диагностики возбудителя COVID-19 – более 80 миллионов, обеспечив выполнение более 75% исследований, выполненных в Российской Федерации в 2020 году (90 миллионов), наборами реагентов, произведённых на собственной базе;

- выполнил более 2,2 миллиона ПЦР-исследований для диагностики возбудителя COVID-19 среди жителей и пациентов стационаров города Москвы, Московской области и 18 регионов Российской Федерации. (ЦНИИЭ).

28. Перспективным направлением, над которым продолжается работа в настоящий момент, является разработка универсальных подходов терапии и экстренной профилактики новых и возвращающихся биоугроз. Начата разработка новой лекарственной формы Иммуновак ВП-4 в форме спрея, активизирующая врождённый иммунитет и предназначенная для про-

филактики респираторных инфекций, вызываемых патогенами разных таксономических групп, включая SARS-cov-2; ведётся разработка препарата на основе панели синтетических олигонуклеотидов-индукторов РНК-интерференции, который позволит осуществлять эффективную профилактику и лечение коронавирусных инфекций человека различного происхождения, включая SARS-cov-2. (НИИВ им. И.И. Мечникова)

29. Обосновано новое направление профилактической медицины – информационная гигиена – для обеспечения инновационного труда. В рамках гигиенической науки объективно формируется новая концепция информационных нагрузок и их адекватности в эргатических системах «человек – машина – среда – социум», которой присущи специфический понятийный аппарат, методы измерения, шкалирования уровней и гигиенической оценки. Показано, что информационные перегрузки создают профессиональные риски, вызывая стресс, депрессию, суицидальные настроения. С целью оптимизации интеллектуального труда применён метод семантической кластеризации информации с визуализацией структурно-частотного представления научного текста по технологии словесных облаков и усовершенствованной технологией графов с векторами логических связей. Итогом работы явилась концептуальная риск-ориентированная модель сбережения жизни, здоровья и продления профессионального долголетия работников. (НИИ медицины труда им. Академика Н.Ф. Измерова)

30. Усовершенствована система контроля за ГМО и разработаны новые методы выявления и идентификации ГМО растительного происхождения, оформленные в методические указания МУК 4.2.3586-19 «Идентификация и количественное определение новых линий ГМ кукурузы (DAS-40278-9, MZIR098, MZHG0JG) и сои (MON87708) в пищевых продуктах по технологии taqman». (ФИЦ питания и биотехнологии)

31. В 2019 году были продолжены работы российского Консорциума в рамках международного проекта «Протеом человека». В Проекте принимают участие более двадцати стран, объединивших усилия для создания протеомной карты человека

Российскими учеными предложена технология увеличения протеомного покрытия путём сочетания методов масс-спектрометрического анализа с двумерным щелочным фракционированием. Для белков, которые не могут быть идентифицированы таким образом, целесообразно использование нанотехнологий, таких как атомно-силовая микроскопия с молекулярным фишингом и/или обнаружение с использованием нанопроводных детекторов (рис. 54).

Для анализа функциональных особенностей ряда белков была создана математическая модель, предсказывающая количество белков, различающихся по аминокислотной последовательности – протеоформ. По нашим данным, следует ожидать около 100 тысяч различных протеоформ в ткани печени и чуть больше в клеточной линии hep2. Предложенные интеграционные подходы могут оказаться плодотворными для решения задач в рамках международного проекта «Протеом человека». (ИБМХ)



Рис. 54. Технология увеличения протеомного покрытия путём сочетания методов масс-спектрометрического анализа с двумерным щелочным фракционированием

32. Системы маркеров для диагностики и прогноза метастазирования рака яичников (РЯ) и рака молочной железы (РМЖ) I–II стадии на основе метилирования генов микрорнк.

На основе данных, полученных в результате изучения метилирования промоторных срг-островков генов микрорнк при РЯ и РМЖ, впервые разработаны:

1) две тест-системы маркеров, позволяющие проводить раннюю диагностику (рис. 55А) по выявлению 1 из 4 маркеров и предсказывать метастазирование и неблагоприятный прогноз развития РЯ (рис. 55Б) по метилированию 3 из 5 маркеров из системы у женщин;

2) оптимальная система маркеров, позволяющая выявлять РМЖ на ранней стадии с высокой чувствительностью (91%) и специфичностью (88%) при $AUC = 0,92–0,93$ (рис. 56А), а также альтернативная система маркеров с использованием комбинации белок-кодирующих генов (APAF1, BAX, BCL2L11, DAPK1) и гена MIR-125b-1 (рис. 56Б). Обнаружение метилирования хотя бы одного гена этой системы в послеоперационном или биопсийном материале достаточно для отнесения образца обследуемой пациентки к РМЖ.

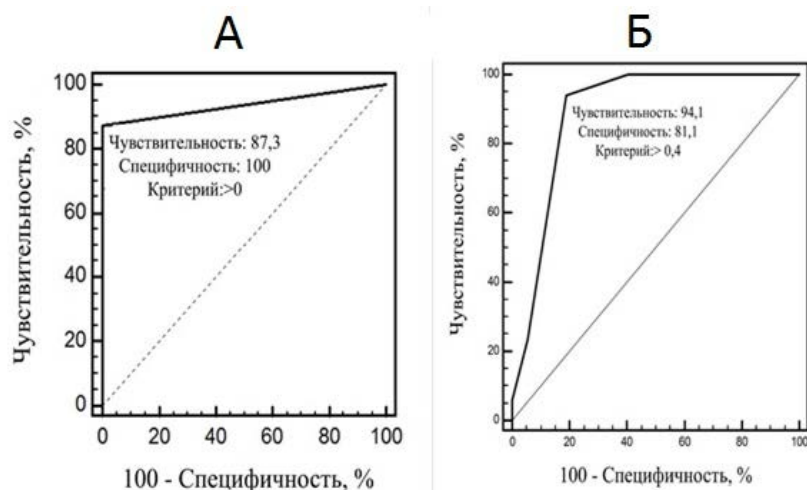


Рис. 55. Системы маркеров для ранней диагностики и прогноза метастазирования рака яичников

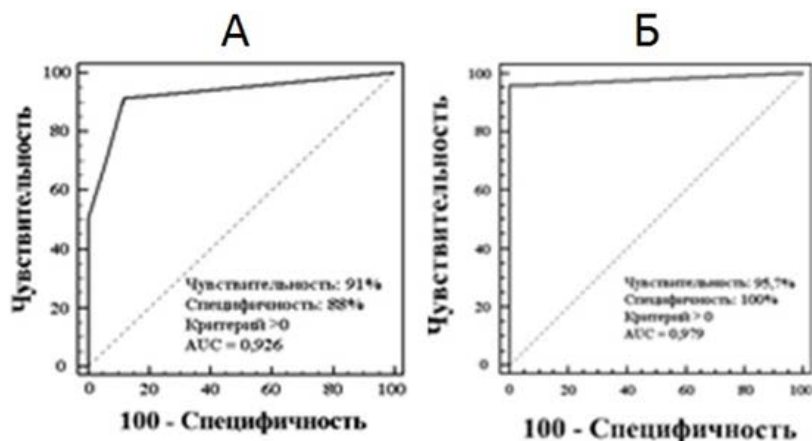


Рис. 56. Системы маркеров для ранней диагностики для диагностики и прогноза метастазирования рака молочной железы (РМЖ) I-II стадии на основе метилирования генов микрорнк

33. Трансплантация аутологичных мезенхимальных стромальных клеток – эффективный метод лечения остеомиелита

В лечении больных с хроническим посттравматическим остеомиелитом остаётся проблемой замещение дефектов костей после удаления секвестров. Использование с этой целью различных компрессионных аппаратов позволяет в ряде случаев добиться хороших результатов, но требует длительного лечения с проведением повторных операций в условиях специализированного отделения. В НИИФКИ разработана методика восстановления костной ткани, основанная на применении аутологичных мезенхимальных стромальных стволовых клеток. За 3 года пролечено 29 пациентов (9 больных с остеомиелитом

бедренной кости и 20 пациентов с остеомиелитом большеберцовой кости). Все больные имели срок заболевания более 2-х лет, неоднократно проходили лечение по поводу рецидивов хронического остеомиелита, либо имели незаживающиеся свищевые ходы с отделяемым. У всех больных в зоне остеомиелитического очага имелись множественные послеоперационные рубцы, трофические нарушения. Сроки наблюдения больных составили от 1 до 10 лет после трансплантации.

Эффективность лечения оценивалась прежде всего клинически по отсутствию рецидивов свищей в течение периода наблюдения. В сроки 6 месяцев и 1 год проводилось Rg-логическое исследование, КТ или МРТ. Отсутствие рецидива местного воспалительного процесса в течение сроков наблюдения отмечено у 21 из 29 больных (у 75% больных). Во всех случаях был отмечен выраженный трофический эффект трансплантации мезенхимальных стромальных в виде заживления трофических язв (3 случая), изменения цвета кожных покровов в области очага, а также уменьшение болевого синдрома.

У всех больных, независимо от ремиссии или возобновления воспалительного процесса, по рентгенографическим данным отмечено частичное или полное заполнение остеомиелитической полости костной тканью (рис. 57). Кроме того, отмечалось увеличение рентгенологической плотности костной ткани.

Вмешательство было безопасным, не зафиксировано аллергической реакции, инфекционных осложнений в месте введения, кровотечения. Таким образом, у всех больных с хроническим остеомиелитом бедренной кости, и у большинства больных с хроническим остеомиелитом большеберцовой в сроки наблюдения от 1 до 10 лет не отмечено возобновления активного воспалительного процесса. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование аутологичных мезенхимальных стромальных клеток костного мозга в комплексном лечении больных хроническим остеомиелитом длинных костей. Разработчик – НИИФКИ.



Рис. 57. Трансплантация аутологичных мезенхимальных стромальных клеток – эффективный метод лечения остеомиелита

34. Устройства для лечения патологии слуховой трубы

Данные изобретения не имеют аналогов. Ушной катетер имеет оригинальную форму из силиконовой резины, позволяющий катетеризировать слуховую трубу в направлении её просвета, позволяя осуществлять доставку лекарственных средств непосредственно в барабанную полость (патент РФ на изобретение № 2669052). При стойкой дисфункции слуховой трубы и рубцовом её сужении мы разработали оригинальное устройство в виде баллона, расширяющего устье слуховой трубы в послеоперационном периоде (рис. 58).

Широкое использование в практике здравоохранения предложенных устройств и методов лечения будет служить профилактикой развития стойкой тугоухости и способствовать сокращению сроков лечения пациентов с различными заболеваниями среднего уха за счёт доставки лекарственных препаратов непосредственно в структуры среднего уха. Разработчик: ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ.

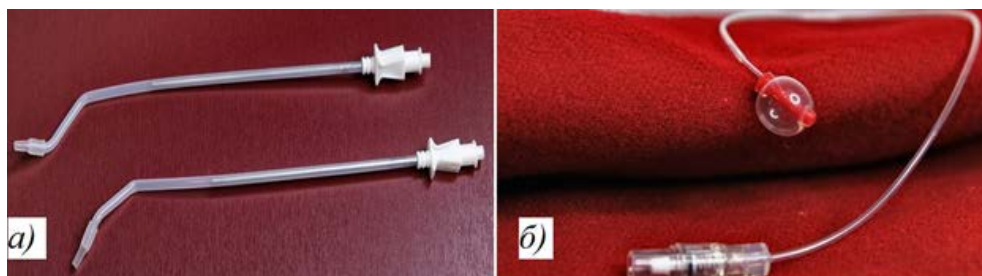


Рис. 58. Устройства для лечения патологии слуховой трубы: а) ушной катетер для введения лекарственных препаратов в среднее ухо, б) баллон для стентирования хрящевого отдела слуховой трубы

35. Создан оригинальный противогрибковый антибиотик Амфамид

Краткая характеристика разработки.

По данным американской Системы надзора за нозокомиальными инфекциями (NNIS), в течение последних 10 лет отмечено значительное увеличение числа грибковых инфекций. Особенно тяжело протекают грибковые инфекции у пациентов с иммунодепрессивными состояниями, в том числе у недоношенных детей, пациентов после трансплантации органов или прогрессирования ВИЧ, а также после химиотерапии онкологических заболеваний. В настоящее время препаратом выбора для лечения тяжёлых системных грибковых инфекций является полиеновый антибиотик амфотерицин В, клиническое использование которого значительно ограничено серьёзными побочными эффектами (нефро- и гепатотоксичность, поражения центральной нервной системы) и его крайне низкой растворимостью в воде. В ходе исследований в ФГБНУ «НИИНА» проведена оптимизация структуры амфотерицина В, среди синтезированных производных отобран новый полусинтетический антибиотик Амфамид (рис. 59), обладающий преимуществами перед исходным антибиотиком, в том числе, высокой растворимостью в воде, высокой противогрибковой активно-

стью и сниженной токсичностью. Препарат успешно прошёл углубленные доклинические испытания: продемонстрирована высокая специфическая (противогрибковая) активность на модели кандидозного сепсиса мышей, найден диапазон переносимых и токсических доз, оценена безопасность его применения. Показано, что Амфамид *in vitro* в 2–4 раза более активен, чем амфотерицин В, включая резистентные штаммы *C. Glabrata*, *C. Tropicalis*, *C. Albican*, *C. Parapsilosis*. Химиотерапевтическая эффективность Амфамида на модели кандидозного сепсиса в 3 раза выше, а терапевтический индекс в 15 раз выше, чем у амфотерицина В. Подготовлена техническая документация для производства Амфамида: разработан опытно-промышленный регламент получения фармацевтической субстанции; состав, технология и опытно-промышленный регламент получения готовой лекарственной формы; проект фармакопейной статьи предприятия на фармацевтическую субстанцию и на готовую лекарственную форму препарата «Амфамид».

По итогам выполнения работ подготовлен пакет документов для регистрации Амфамида с целью получения разрешения на проведение клинических испытаний. В случае успешного прохождения клинических испытаний препарат «Амфамид» можно будет применять в практической медицине для лечения системных микозов. (НИИНА)



Рис. 59. Новый полусинтетический полиеновый антибиотик Амфамид

36. Новый подход к лечению депрессии: навигационная транскраниальная магнитная стимуляция (ртмс) с индивидуальным подбором мишени по данным функциональной коннективности мозга

Предложен новый метод лечения фармакорезистентной депрессии на основе навигационной ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (ртмс). Он заключается в персонализации подбора мишени для стимуляции с помощью оценки индивидуальных изменений функциональной коннективности мозга. Новый метод позволяет достичь клинически значимого эффекта в более ранние сроки по сравнению со стандартной ртмс – в 2 раза быстрее (на 10-м и 20-м сеансе, соответственно).

На основе изучения изменения функциональной коннективности между префронтальной корой и лимбической системой у пациентов с депрессивным расстройством разработан алгоритм персонификации выбора мишени для рит-

мической транскраниальной магнитной стимуляции, который позволяет достигать статистически и клинически значимого эффекта в более ранние сроки. При этом на первом этапе пациентам проводят МРТ в режиме T2-градиентное эхо, где оценивают низкочастотные колебания BOLD-сигнала, отражающие спонтанную активность областей коры в состоянии покоя. Далее в пределах дорсолатеральной префрональной коры левого полушария выбирается точка, колебания BOLD-сигнала которой имеют наибольшую отрицательную корреляцию с колебаниями BOLD-сигнала субгенуальной поясной коры. Координаты полученной точки переносятся в навигационную систему и используются в качестве мишени для навигационной ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (рис. 60). В ходе проведённого исследования показано, что расположение мишеней, определённых согласно предложенному алгоритму, более вариабельно по сравнению со стандартным методом. Показано, что применение персонализированного подхода позволяет достичь статистически и клинически значимого эффекта в более ранние сроки по сравнению со стандартной ртмс. Таким образом, алгоритм персонификации мишени для ртмс на основе оценки функциональной коннективности может быть использован для повышения эффективности применения ртмс в терапии депрессии, что позволит снизить затраты на лечение таких пациентов путём снижения частоты и кратности стимуляции, оказания более быстрого и большего по размеру эффекта, уменьшения частоты посещения амбулаторных приёмов у психиатра, длительности лечения в стационарах, уменьшения затрат на фармакологические препараты, уменьшения затрат, связанных с нетрудоспособностью пациентов. (НЦН)



Рис. 60. Навигационная транскраниальная магнитная стимуляция (ртмс) с индивидуальным подбором мишени по данным функциональной коннективности мозга

37. Клинико-биологическая концепция шизофрении

Представленная клинико-биологическая концепция указывает на ключевую роль нейровоспаления в патогенезе шизофрении и существенно расширяет представления о механизмах течения, лежащих в основе их развития. Главный участник нейровоспаления – активированная микроглия, продуцирующая

большое количество нейротоксических продуктов, вызывающих прогрессивное повреждение нейронов, что и приводит к появлению шизофренической симптоматики, нарушений поведения (за счёт дисрегуляции нейротрансмиттерных систем) и формированию так называемого шизофренического «дефекта» (нейродегенерация).

Разработанная тест-система «Нейро-иммуно-тест» позволяет проводить мониторинг состояния пациентов с шизофренией (рис. 61), определять оценку тяжести заболевания, стабильности состояния. Тест-система способствует верификации клинических вариантов негативных расстройств, избегать гипердиагностики и необоснованных терапевтических интервенций.

В практической деятельности мониторинг нейровоспаления позволит прогнозировать психопатологические и клинические тенденции течения заболевания, осуществлять раннюю диагностику заболевания и устанавливать адекватность терапевтических подходов. На основании выявленных патогенетических механизмов возможно изобретение новых соединений, которые можно использовать в качестве потенциальных высокоэффективных средств терапии шизофрении.



Рис. 61. Тест-система «Нейро-иммуно-тест» для мониторинга состояния пациентов с шизофренией

38. Формирование квазитканевой модели структуры плаценты человека: анализ клеточных механизмов с использованием технологии искусственного интеллекта

На основе изучения морфофункциональных взаимодействий основных клеток, определяющих формирование плаценты человека (трофобласта, эндотелия и НК-клеток), впервые в мире разработана технология формирования трёхкомпонентной клеточной сокультуры, представляющей собой квазитканевую модель плаценты человека.

Впервые в мире установлена принципиальная возможность миграции НК-клеток через трофобласт, которая обеспечивается специфическими лиганд-рецепторными парами.

Впервые в мире показано, что клетки трофобласта регулируют интенсивность пролиферации НК-клеток и изменяют их фенотип, приближая их к регуляторному. Установлены механизмы контактной и дистантной индукции апоптоза клеток трофобласта НК-клетками.

Для автоматизированного учёта миграции эндотелиальных клеток в условиях *in vitro* разработана компьютерная программа MARKMIGRATION. Данная разработка легла в основу идеологии создания программы искусственного интеллекта для учёта и прогнозирования формирования сосудов *in vitro*, который разрабатывается совместно с НИИ Системного программирования им. В.П. Иванникова.

Разработанная модель с использованием технологии искусственного интеллекта позволит:

- проводить анализ и прогноз развития сосудистой сети плаценты и ранних этапов эмбриогенеза человека;
- осуществлять оценку влияния фармацевтических препаратов и экологических факторов на данные процессы.

Разработчик: НИИ акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта.

39. Новое в хирургии расслоения аорты: инновационная отечественная разработка в хирургии расслоения аорты

Разработана и внедрена в клиническую практику новая хирургическая технология в лечении расслоения аорты – отечественный гибридный протез «Мягкий хобот слона», обеспечивающий профилактику основных осложнений (рис. 62), которые встречаются при использовании других отечественных и зарубежных аналогов. Основной технологический принцип – снижение радиальной силы стент-графта и нитиновых корон, обеспечивающих его каркас. Ещё одним преимуществом является дистальный конец стент-графта, лишённый радиальной силы с целью профилактики травмы расслоенной аорты.

Инновационная отечественная разработка обеспечивает радикальное хирургическое лечение расслоения аорты, предупреждает развития стент-графт-ассоциированных осложнений в дистальной аорте, снижает частоту повторных вмешательств на аорте, снижает стоимость лечения больных с патологией всей аорты.

Гибридный протез «Мягкий хобот слона» успешно внедрён в клиническую практику. Представлен начальный опыт имплантации 7 стент-графтов с нулевой летальностью и отсутствием, аортоассоциированных осложнений и повторных вмешательств. Ещё одним немаловажным преимуществом является снижение стоимости хирургической технологии в 4 раза в сравнении с аналогами, что представляет очевидную экономическую эффективность этой разработки. Данный протез зарегистрирован и доступен к имплантации в РФ.

Разработчик: РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского.

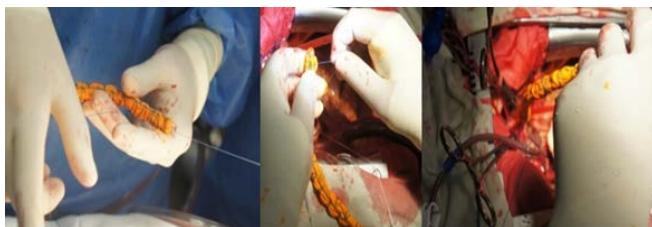


Рис. 62. Новая хирургическая технология в лечении расслоения аорты – отечественный гибридный протез «Мягкий хобот слона»

40. Комплексное одномоментное восстановление последствий обширных многокомпонентных дефектов вследствие онкологии или травмы

Разработана и внедрена в клиническую практику центра методика комплексного лечения пациентов с обширными многокомпонентными дефектами и деформациями головы и тела с использованием высокотехнологичных микрохирургических методик. Операции выполняются с привлечением дополнительных профильных специалистов (нейрохирурги, онкологи, челюстно-лицевые хирурги, травматологи и др.) нашего центра в зависимости от конкретной клинической ситуации. Это позволяет эффективно лечить сложных пациентов, считавшихся инкурабельными, в рамках одной специальности и с возможностями традиционных методов лечения.

За 2019 год выполнено 23 микрохирургические операции для комплексного восстановления обширных, многокомпонентных дефектов челюстно-лицевой области вследствие онкологии или травмы (100% приживления аутоотрансплантата).

Мы наблюдали пациента с последствием попадания высоковольтной дуги в голову (обширный некроз тканей теменной области в комплексе с костями черепа – место входа дуги и утрата верхних конечностей – выход). После широкой резекции кожи и костей черепа и установки титановой пластины выполнили микрохирургическое замещение дефекта фрагментом широчайшей мышцы спины с аутодермопластикой (Патент на изобретение № 2285473 от 20 октября 2006 года. Авт. Н.О. Миланов, А.С. Зелянин, Е.И. Трофимов, Р.Т. Адамян, Ю. Эюбов). Лоскуты прижились, получен хороший функциональный и эстетический результат (рис. 63).



Рис. 63. Комплексное замещение дефекта черепа и кожи головы вследствие тяжелой электротравмы микрохирургическим собственным мышечным лоскутом из широчайшей мышцы спины с аутодермопластикой. Дефект черепа устранён титановой пластиной

За последние 15 лет нами пролечено более 1000 пациентов с разнообразными обширными дефектами и деформациями тела, в том числе и урогенитальной области (с тотальной или субтотальной утратой полового члена). Операцией выбора для таких пациентов мы считаем выполнение микрохирургической фаллопластики с использованием торакодорсального лоскута с реинервацией его мышечной основы.

Разработчик: РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского, авторы: д.м.н., проф. Р.Т. Адамян, к.м.н. Д.Н. Назарян, к.м.н. Гилева К.С.

41. Декорин – новый прогностический биомаркер прогноза развития глиобластомы

Использование молекулярных биомаркеров имеет огромное значение для определения тяжести течения и прогноза развития заболевания, и выбора персонализированной стратегии его лечения. Авторами был выявлен новый внеклеточный биомаркер для определения прогноза развития глиобластомы - одной из самых смертельных злокачественных опухолей головного мозга. Он называется декорин (DCN) и относится к классу сложных белково-углеводных молекул, называемых протеогликанами (ПГ). Повышенное содержание этого биомаркера в ткани глиобластомы ассоциировано с агрессивным течением заболевания и плохим прогнозом и свидетельствует о необходимости более активной адвантной химиотерапии и тщательного мониторинга пациента для своевременного выявления рецидива заболевания.

Внедрение этого прогностического биомаркера в клиническую практику при диагностике глиобластомы позволит оптимизировать и персонализировать тактику лечения пациентов с различным прогнозом течения заболевания, повысить качество их жизни и её продолжительность.

Разработчик: ФИЦ ФТМ

42. Создание программного обеспечения для формирования базы данных лекарственно-устойчивых вариантов ВИЧ, циркулирующих на территории Российской Федерации

1). Разработка программного обеспечения для эпидемиологического мониторинга за лекарственной устойчивостью вируса иммунодефицита человека.

Актуальность.

Ежегодно в России на закупку антиретровирусных препаратов тратится более 20 миллиардов рублей. В 2019 году это позволило обеспечить терапией более полумиллиона ВИЧ-инфицированных граждан. При этом более чем у 10% (50 000 человек) в течение 12 месяцев развивается лекарственная устойчивость вируса.

С помощью программного обеспечения «АмплиСенс Resist» (регистрационное свидетельство № 2020610175), предназначенного для анализа лекарственной устойчивости, (рис. 64) осуществляется анализ геномов ВИЧ на предмет наличия в них мутаций, вызывающих резистентность к применяемым в Российской Федерации лекарственным препаратам. Программа позволяет

оптимизировать выбор и схемы лечения пациентов, инфицированных лекарственно-устойчивыми вариантами ВИЧ, что обеспечивает персонализированный подход лечения ВИЧ-инфекции (персонализированная медицина).

2). *Развитие Национальной базы данных устойчивости генетических вариантов ВИЧ к антиретровирусным препаратам.*

Национальная база данных устойчивости служит для накопления и анализа информации о генетических вариантах ВИЧ, циркулирующих на территории Российской Федерации и стран СНГ, и деперсонализированной эпидемиологической информации о ВИЧ-инфицированных пациентах. База данных не имеет аналогов в стране. С её помощью возможно проведение эпидемиологической оценки современного уровня лекарственной устойчивости циркулирующих генетических вариантов ВИЧ к антиретровирусным препаратам на территории Российской Федерации и стран СНГ, а также своевременное обнаружение новых генетических вариантов ВИЧ.

Развитие базы позволит:

- создать Национальный банк фрагментов геномов ВИЧ и осуществить полное импортозамещение зарубежного аналога из США (базы Стэнфордского университета), являющегося «золотым стандартом» в мире;

- обеспечить прогнозирование развития эпидемиологической ситуации по заболеваемости ВИЧ в Российской Федерации и странах Восточной Европы и Центральной Азии.

3). *Создание единого лечебно-диагностического и эпидемиологического комплекса.*

Разработанные тест-системы для молекулярно-генетического анализа ВИЧ, высокопроизводительная методика секвенирования вируса, база данных и программное обеспечение позволяют говорить о создании единого лечебно-диагностического и эпидемиологического комплекса, с помощью которого возможно исчерпывающее решение любых задач, связанных с лекарственной устойчивостью вируса ВИЧ ко всем антиретровирусным препаратам, применяющимся в Российской Федерации. Данный комплекс является уникальной отечественной разработкой готовой к применению в области эпидемиологического надзора и оптимизации подходов лечения пациентов с ВИЧ-инфекцией.

Разработчик: ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора.



Рис. 64. Программа «АмплиСенс Resist», создание единого лечебно-диагностического и эпидемиологического комплекса

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

1. Скважинный дебалансный виброисточник для нагнетательных скважин

Характеристика основных технических параметров опытного образца скважинного дебалансного виброисточника:

- общая масса – 37 кг; длина – 625 мм; диаметр корпуса – 110÷160 мм (могут быть изменены в зависимости от диаметра эксплуатационных колонн);
- сила воздействия – до 3500 Н;
- частота создаваемых колебаний – до 50 Гц;
- скорость вращения электропривода – до 3000 об./мин;
- срок службы – до 6 месяцев.

Область возможного использования: разработанный виброисточник может использоваться для объёмного воздействия на продуктивные пласты с целью интенсификации добычи и увеличения приёмистости нагнетательных скважин, в том числе для разжижения вязких нефтей совместно с химической обработкой скважины. Виброисточник эксплуатируется при помощи погружных электродвигателей. Он применяется для очистки призабойной зоны пласта. Отличительной особенностью применяемого источника является встраивание в существующую скважинную технологию добычи нефти, при этом скважина из эксплуатации не выводится.

Степень готовности разработки к практическому применению: промышленный образец, введён в эксплуатацию и отработал гарантийный срок в китайской нефтяной компании «Синь Итун», г. Карамай, Китай (рис. 65).



Рис. 65. а). Внешний вид генератора дебалансного типа; б) Шеф-монтаж скоростного дебалансного виброисточника в нефтяной нагнетательной скважине, компания «Синь Итун»

Сравнительные характеристики с известными разработками: источник способен работать в скважинах глубиной свыше 3000 м и внешним давлением жидкости до 30 МПа, для увеличения энергии воздействия виброисточники могут быть объединены в группы.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: патент РФ № 147788 опубликован 20.11.2014 в Б.И. № 32, патент РФ № 156847 опубликован 20.11.2015 в Б.И. № 32.

Разработчик: ИГД СО РАН.

2. Мобильная магнитометрическая система для измерения трёх компонент вектора индукции магнитного поля Земли с привязкой к фиксированной системе координат

Авторы: Злыгостев И.Н., Савлук А.В.

Назначение: исследование тонкой структуры векторного поля магнитной индукции Земли в верхнем полупространстве с использованием технологии разновысотной аэромагнитной съёмки с борта беспилотных воздушных судов.

Результаты предварительных испытаний прототипа показали, что использование данных от оригинального модуля инерциальной навигационной системы (ИНС) позволяет выполнять измерения значений компонент вектора индукции магнитного поля в фиксированной системе координат (например, географической) независимо от текущей ориентации магнитометра, что обеспечивает повышение точности измерения углов склонения и наклонения регионального магнитного поля Земли.

Степень готовности к практическому применению.

Создан прототип мобильной магнитоизмерительной системы (рис. 66), проведён комплекс предварительных испытаний. Разработан комплект конструкторской документации для изготовления опытного образца и проведения лётных испытаний.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Технический эффект – высокая точность измерения компонент и модуля вектора магнитной индукции в географической системе координат на мобильных носителях (БВС).

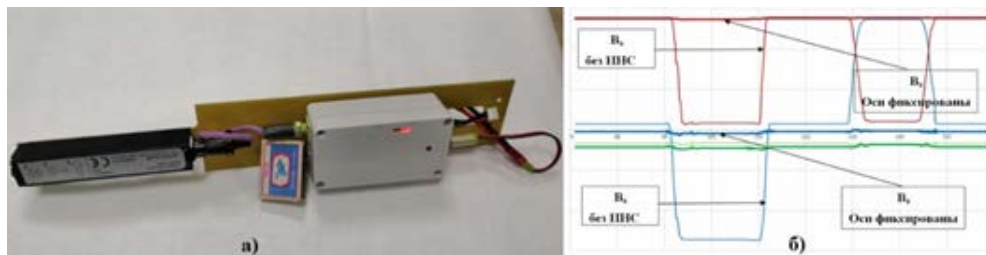


Рис. 66. а) Общий вид магнитометрической системы; б) Влияние вращения датчика на измерение величины компонент вектора индукции магнитного поля Земли (с использованием ИНС и без)

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Разработанная система не имеет мировых аналогов.

Сведения о патентоспособности и патентной защите.

Программа выделения вертикальной и горизонтальной компонент-вектора индукции магнитного поля Земли «ВЕКТОР-Т», Свидетельство о государственной регистрации № 2019610472 10.01.2019. (ИНГГ СО РАН)

3. Автономная радиогидроакустическая станция (АРГАС) для независимого мониторинга технического состояния подводных добычных комплексов по параметрам шумоизлучения

Краткая характеристика основных технических параметров:

Радиус (энергетическая дальность) зоны контроля подводных объектов в режиме шумопеленгования при приведённом уровне шумоизлучения 1,0 Па/Гц ^{0,5} (средний рыболовный траулер)	61 км
СКО определения пеленга на источник сигнала (приборная ошибка)	1,5 ⁰ на предельной дальности обнаружения
Классификация шумов механизмов по их спектрально-энергетическим характеристикам.	С вероятностью не менее 0,9
Энергетическая дальность звукоподводной связи по линии АРГАС – АРГАС и обратно	Не менее 320 км со скоростью не менее 110 бит/сек.
СКО ошибки (приборной) определения координат корреспондента в режиме звукоподводной связи	По пеленгу не более 1 ⁰ По дистанции не более 0,25% от дальности

Область применения:

- контроль надводной, подводной и воздушной обстановки;
- контроль судоходства и деятельности по лову рыбы;
- контроль деятельности по установлению новых судоходных трасс, проведения дноуглубительных работ, возведения гидротехнических сооружений, кабельных трасс;
- экологический мониторинг.

Степень готовности к практическому применению: разработаны конструкторская документация и специальное программное обеспечение, отработаны технологические решения основных элементов станции, проведены морские экспериментальные исследования на работоспособность.

Внедрение продукта (рис. 67):

- предупреждение и снижение рисков от чрезвычайных событий на подводных добычных комплексах;

- акустический контроль выработки технологического ресурса механизмов;
- объективный контроль надводной обстановки в районах нефтедобычи.

Сравнительная характеристика с уже известными разработками: нет аналогов.

Сведения о патентоспособности или патентной защите:

Патент на изобретение № 2427004; патент на изобретение № 242705; патент на изобретение № 2709100; патент на изобретение № 2623837; патент на изобретение № 2618671.

Разработчик: СКБ САМИ ДВО РАН.



Рис. 67. Автономная радиогидроакустическая станция (АРГАС)

4. Буксируемый подводный гамма-зонд

Краткая характеристика основных технических параметров. Буксируемый подводный гамма-зонд (БПГЗ) выполнен в виде герметичной цилиндрической несущей конструкции с передним негерметичным обтекателем и задним отсеком (рис. 68), снабжённым герметичной несъёмной радиопрозрачной крышкой, в котором установлен гамма-спектрометр. Зонд управляется в режиме реального времени с борта судна с помощью сигнала, передающегося по кабель-тросу. Глубина погружения аппарата регулируется передними крыльями, которые вращаются с помощью сервопривода и могут отклоняться на 45° относительно среднего положения. Задние крылья обеспечивают стабильное положение аппарата по направлению движения судна. Диапазон изменения угла атаки: рабочий – $(-10^\circ \dots +10^\circ)$, предельный – $(-19^\circ \dots +19^\circ)$. Регулировка осуществляется с помощью двух сервоприводов посредством зубчатой передачи. Передаточное отношение 1:7. Гидрологическая, гидрохимическая и гамма-спектрометрическая аппаратура включает датчик ACTW-CAR/CAD, датчик RINCO IID ARO05/1/2/5-CAR/CAD, датчик ГАММА-1С/NB1-04, датчик протечки. БПГЗ дополнительно содержит коммутационный блок, модем,

блок питания, ЭВМ ASUS MiniPC PB series, блок гироскопа и акселерометра. Судно-буксировщик снабжено системой управления необитаемым подводным аппаратом.

Области возможного использования. Предназначен для непрерывной регистрации данных по ходу судна об уровне и спектре гамма-излучения, температуре, солёности, содержании растворённого кислорода как по вертикальному, так и по горизонтальному профилю водной толщи. Имеет возможность подключить дополнительные датчики и устройства, такие как подводная камера, прожектор, эхолот, измеритель течений. Данный аппарат может быть использован при геологоразведке, для экологического мониторинга и фундаментальных исследований.

Степень готовности разработки к практическому применению. Готовый аппарат. Опробован в экспедиционных исследованиях ТОИ ДВО РАН.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Находится на стадии защиты патентных прав. Авторы: к.г.-м.н. Чаркин А.Н., Гуленко Т.А., Ярощук Е.И. (лаборатории перспективных методов морских исследований), к.г.м.н. Соболев И.С. (ОАО Гео-Сервис).

Разработчик: ТОИ ДВО РАН.

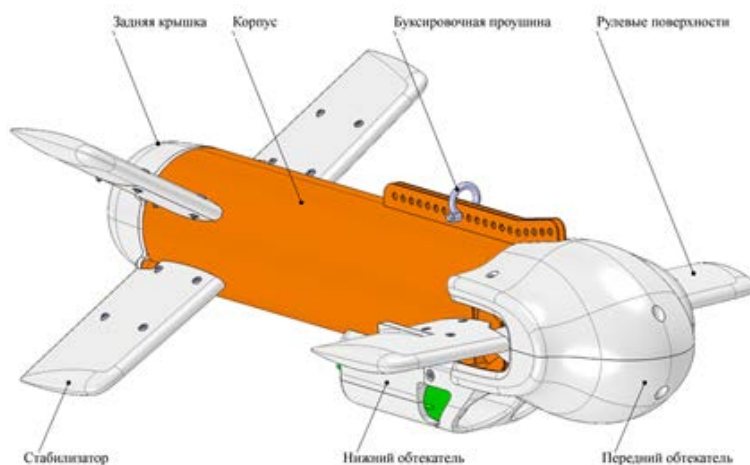


Рис. 68. Буксируемый подводный гамма-зонд

5. Техническая документация на промышленный магнитно-гравитационный сепаратор МГС-2.0

Разработана техническая документация на промышленный магнитно-гравитационный сепаратор МГС-2.0 и передана производителю для серийного изготовления и реализации на предприятиях отрасли по переработке железистых кварцитов. Применение магнитно-гравитационной сепарации в технологии получения железорудных концентратов обеспечивает повышение их качества до уровня 70% содержания железа при существенном снижении себестоимости и потерь полезного минерала с хвостами обогащения.

Авторы: к.т.н. Опалев А.С., Новикова И.В., Матвеева Е.Л., Черезов А.А., Цырятьев И.В.

Госзадание № 0226-2019-0061 «Теоретическое и экспериментальное обоснование создания инновационных технологий комплексной переработки минерального сырья».

Завершено внедрение магнитно-гравитационной сепарации на АО «Карельский окатыш» (ПАО «Северсталь»), позволяющей из труднообогатимой руды Костомукшского месторождения производить высококачественный железорудный концентрат с содержанием железа не менее 70%.

На фабрике обогащения АО «Карельский окатыш» установлено 48 единиц разработанных Горным институтом КНЦ РАН магнитно-гравитационных сепараторов модели МГС-2.0, оснащённых современной автоматизированной системой управления процессом разделения и соответствующих стандартам обогатительного оборудования мирового уровня. Общий объём инвестиций в 2020 году на оснащение производства железорудного концентрата высокоэффективным магнитно-гравитационным оборудованием составил 499 млн рублей, при этом ожидаемый эффект от внедрения разработки составит не менее 300 млн рублей в год. Также магнитно-гравитационные сепараторы МГС-2.0 в количестве 8 единиц внедряются на обогатительной фабрике ООО «ГРК «Быстринское» (ПАО «ГМК «Норильский никель»») с целью повышения качества магнетитового концентрата и снижения содержания серы в нём.

Проведены промышленные испытания четырёх магнитно-гравитационных сепараторов МГС-2.0 на АО «Стойленский ГОК» (ПАО «НЛМК»), результаты которых подтвердили высокую эффективность их применения для повышения качества производимого железорудного концентрата. Принято решение о внедрении 76 единиц сепараторов МГС-2.0 на фабрике обогащения АО «Стойленский ГОК» в 2021 году.

Промышленные испытания магнитно-гравитационного сепаратора МГС-2.0 на фабрике обогащения Соколовско-Сарбайского ГОКа (ФРПО АО «ССГПО», Казахстан) подтвердили эффективность использования магнитно-гравитационной сепарации для повышения качества производимого железорудного концентрата при переработке труднообогатимых руд. Принято решение о внедрении инновационной технологии обогащения с использованием магнитно-гравитационной сепарации. В настоящее время разрабатывается технологический регламент на проектирование технологической секции для модернизации существующего производства.

С АО «Южный ГОК» (Украина) подписан меморандум о проведении в 2021 году полномасштабных исследований по использованию магнитно-гравитационной сепарации в технологии переработки железистых кварцитов для повышения качества производимых на предприятии магнетитовых концентратов. Ведутся переговоры о поставке партии сепараторов МГС-2.0 для оснащения экспериментальной технологической секции.

Разработчик: ГоИ КНЦ РАН.

6. Нелинейный монокристалл литиевых халькогенидов общей формулы $\text{LiGa}_x\text{In}_{1-x}\text{Te}_2$ и способ его получения

Краткая характеристика основных технических параметров: нелинейный монокристалл литиевых халькогенидов общей формулы $\text{LiGa}_x\text{In}_{1-x}\text{Te}_2$, где x принимает любое значение от 0,1 до 0,9, имеет тетрагональную структуру (пространственная группа I) и характеризуется следующими функциональными параметрами: (для $\text{LiGa}_{0,55}\text{In}_{0,45}\text{Te}_2$) диапазон прозрачности от 0,76 до 14,8 микрон, ширина запрещённой зоны 1,837 эВ при 300 К, значение двулучепреломления 0,049 при 2 микронах и нелинейные коэффициенты $d_{13} = 3,70$ пм/В и $d_{14} = 48,73$ пм/В.

Область возможного использования: $\text{LiGa}_x\text{In}_{1-x}\text{Te}_2$ относится к монокристаллам литиевых халькогенидов (рис. 69), предназначенных к применению в нелинейной оптике для реализации перестройки лазерного излучения видимого и ближнего инфракрасного диапазона в средний инфракрасный диапазон.

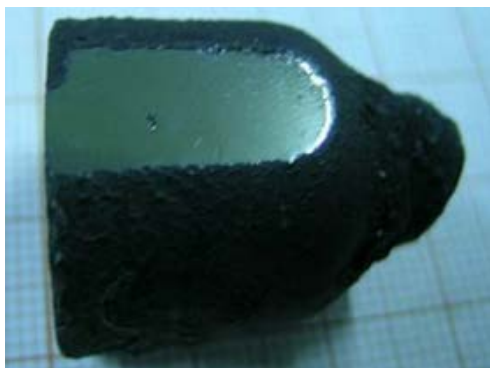


Рис. 69. Монокристаллический слиток $\text{LiGa}_x\text{In}_{1-x}\text{Te}_2$

Степень готовности разработки к практическому применению.

Для возможности практического применения необходим ряд дополнительных исследований, включающих построение уравнений Селмейера, отработка методики изготовления элементов и экспериментальное апробирование в лазерных системах для преобразования излучения заданного диапазона.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения: технический результат за-

ключается в обеспечении возможности сдвига края поглощения в более коротковолновую область (по мере увеличения X), в сочетании с увеличением эффективности преобразования за счёт достижения не критичного фазового синхронизма. При варьировании значения (X) можно добиться такого согласования групповых и фазовых скоростей лазерного излучения, при котором увеличивается эффективная длина взаимодействия, что очень важно для фемтосекундного режима генерации, и это даст дополнительный эффект порядка 10–20% КПД. Кроме того, соединение $\text{LiGa}_x\text{In}_{1-x}\text{Te}_2$ имеет меньшую температуру плавления, чем LiGaTe_2 , и является более технологичным.

Сравнительные характеристики с известными разработками: ожидаемый эффект увеличения КПД преобразования лазерного излучения при использовании данного нелинейного материала составит 10–30% по сравнению с нелинейными монокристаллами LiGaTe_2 .

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: в 2019 году получено решение о выдаче патента РФ (заявка № 2019105444/05(010367)).

Разработчик: ИГМ СО РАН.

7. Технология оценки опасности затопления территорий

Технология предназначена для оценок опасности затопления территории при наводнениях и прогнозирования притока воды в водохранилища на краткосрочном уровне планирования водно-энергетических режимов работы гидроузлов.

Тяжесть последствий и анализ затрат на преодоление ущерба от наводнений показывают актуальность мер по созданию новых технологий и методов прогнозирования опасности затопления территорий. На базе модели ECOMAG разработаны методы и технологии краткосрочного прогноза гидрологического режима рек и притока воды в водохранилища с заблаговременностью до семи суток с использованием прогнозных метеорологических данных (что особенно важно в условиях сокращения плотности гидрологической сети) и с учётом оперативной корректировки модельных прогностических расчётов на основе усвоения вновь поступающей гидрометеорологической и водохозяйственной информации. Затем на основе зависимостей характеристик затопления от расхода воды, построенных на основе двумерной гидродинамической модели STREAM_2D, для ключевых створов в районе крупных населённых пунктов определяются характеристики опасности затопления территории при прогнозируемых изменениях стока.

Представленные технологии апробированы и полностью готовы к применению. Отечественные аналоги отсутствуют.

Возможный технический или экономический эффект от внедрения:

100 млн руб/год.

Программные продукты на ECOMAG зарегистрированы в Роспатенте № 2013610703 от 9 января 2013 г.; на STREAM_2D № 2017660244 от 20 сентября 2017 г.

Разработчик: ИВП РАН.

8. Способ эксплуатации газовой скважины

В рамках научной работы: «Обоснование инновационных экологически чистых технологий разработки месторождений УВ в сложных горно-геологических условиях на основе 3D-компьютерного моделирования, лабораторных экспериментов и опытно-промысловых исследований» получен ряд РИД¹ по способам решения некоторых актуальных задач эксплуатации газового месторождения и контроля его разработки.

Способ эксплуатации газовой скважины.

Одной из проблем разработки газовых месторождений Крайнего Севера и Сибири является процесс гидратообразования в стволах и в призабойной зоне скважин. Для решения этой проблемы используются подача ингибиторов гидратообразования или электронагревательные устройства.

¹ РИД – результат интеллектуальной деятельности.

Предлагается способ эксплуатации газовой скважины, включающий спуск колонны насосно-компрессорных труб с пакером и ингибиторным клапаном и подачу ингибитора гидратообразования по затрубному пространству через ингибиторный клапан в колонну насосно-компрессорных труб в процессе эксплуатации скважины. Таким образом, предотвращается возможное гидратообразование в призабойной зоне газовых скважин и обеспечивается их стабильная работа без периодической остановки скважин.

Области возможного применения.

Изобретение относится к области добычи природного газа и может быть использовано при разработке низкотемпературных газовых залежей, в призабойной зоне скважин которых может происходить гидратообразование.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Степень готовности к практическому применению – 100%.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Эффект от внедрения предлагаемой разработки достигается за счёт повышения производительности газовых скважин.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Известные способы эксплуатации газовых скважин в условиях возможного гидратообразования в призабойной зоне предполагают использование дорогостоящего электрооборудования для прогрева призабойной зоны или периодическую остановку скважин для закачивания ингибитора гидратообразования в призабойную зону.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент.

Тупысев М.К. Способ эксплуатации газовой скважины. Патент РФ № 2687663. Приоритет от 23.01.2018. Опубликовано: 15.05.2019 Бюл. № 15.

Разработчик: ИПНГ РАН; автор: Тупысев М.К.

9. Способ отдельного определения содержания нефти и газового конденсата в продукции нефтегазоконденсатных скважин

В рамках научной работы: «Обоснование инновационных экологически чистых технологий разработки месторождений углеводородов в сложных горно-геологических условиях на основе 3D-компьютерного моделирования, лабораторных экспериментов и опытно-промышленных исследований» получен ряд РИД по разработке недорогих и надёжных методик и оборудования для оперативного исследования проб нефти методом ИК – спектрометрии.

Технические параметры.

Научная разработка является основой «Методики измерений массовой доли нефти и конденсата газового стабильного в продукции нефтегазоконденсатных скважин методом ИК Фурье – спектрометрии», которая зарегистрирована в Федеральном информационном фонде под № ФР.1.31.2011.11070.

Диапазон измеряемых концентраций нефти и конденсата от 0,1% до 100%.

Области возможного применения.

Техническое решение относится к нефтегазодобывающей промышленности.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Степень готовности к практическому применению – 100%.

Разработка используется на добывающем предприятии ООО «Газпром добыча Уренгой».

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Оперативная информация о закономерностях изменения состава и свойств продукции скважин используется для корректировки проектов разработки нефтегазоконденсатных залежей и режимов эксплуатации добывающих скважин.

Раздельное измерение массовых долей нефти и конденсата газового стабильного необходимо также для составления отчётного баланса запасов по нефтегазоконденсатным месторождениям в соответствии с формой государственного статистического наблюдения № 6-гр (нефть, газ, компоненты).

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Существующая в настоящее время методика основана на рефрактометрическом способе и имеет следующие недостатки:

- отсутствие современной компьютерной автоматизации всего процесса измерения;

- существенные ошибки измерений содержания нефти в конденсате в случаях его высокой удельной плотности;

- способ не позволяет проводить достоверные измерения в продукции нефтяных скважин при небольших концентрациях газового конденсата.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент: Василенко П.А., Якубсон К.И. Способ раздельного определения содержания нефти и газового конденсата в продукции нефтегазоконденсатных скважин. Патент РФ № 2693566. Приоритет 29.06.2016. Опубликовано: 03.07.2019 Бюл. № 19.

Разработчик: ИПНГ РАН; авторы: Василенко П.А., Якубсон К.И.

10. Экспрессный способ обнаружения взвеси твёрдых парафинов в продукции нефтегазоконденсатных скважин

Технические параметры.

Области возможного применения.

Изобретение относится к нефтегазовой отрасли и может быть использовано для оперативного контроля методом ИК – спектрометрии появления взвеси твёрдых парафинов в продукции нефтегазоконденсатных скважин при разработке нефтегазоконденсатных месторождений.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Степень готовности к практическому применению – 100%.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Выпадение парафинов из нефти приводит к их осаждению на стенках скважин (парафинизация скважины) и трубопроводов (парафинизация трубопроводов), что мешает нормальному процессу добычи и транспортировки нефти, а также приводит к потере ценного продукта переработки нефти (парафина).

Сравнительные характеристики с известными разработками.

В настоящее время отсутствуют методики экспрессного обнаружения взвеси твёрдых парафинов в продукции нефтегазоконденсатных скважин.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент:

Василенко П.А., Курьяков В.Н., Горохов А.В. Экспрессный способ обнаружения взвеси твёрдых парафинов в продукции нефтегазоконденсатных скважин. Патент РФ № 2702704 Приоритет от 28.02.2019. Опубликовано: 09.10.2019 Бюл. № 28.

Разработчик: ИПНГ РАН совместно с РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина; авторы: Василенко П.А., Курьяков В.Н., Горохов А.В.

11. Модуль фитосистемы для биологической очистки промышленных сточных вод от минеральных загрязнителей

Направление использования или применения научной разработки (отрасль, предприятие).

Разработанная технология может быть использована для очистки сточных карьерных вод горнодобывающих предприятий, рыбоводческих хозяйств в Евро-Арктическом регионе от различных загрязнителей, трансформации антропогенно-нарушенных водоёмов (отстойники, затопленные карьеры) в природоподобные экосистемы.

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработана технология производства фитоматов для задержания песчано-гравийных откосов дамбы пруда-отстойника и формирования субстрата для закрепления растений на дне водоёма с максимальными глубинами до 0,5 м.

Заявляемый модуль фитосистемы содержит каркас из сетчатого материала с биологической загрузкой. От известных очистительных систем отличается тем, что биологическая загрузка состоит из свежих или подстилочных древесных опилок, термовермикулита, взятых в соотношении 4:1, и смеси сухих семян аборигенных многолетних травянистых растений. Каркас может представлять собой сетчатый мешок из полимерных материалов.

Области возможного использования.

Для повышения эффективности биологической очистки промышленных сточных вод от минеральных загрязнителей.

Возможный экономический эффект от внедрения.

Сокращение затрат на осуществление биологической очистки промышленных сточных вод от минеральных загрязнителей, сроков формирования фитопленок, снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Разработанные рекомендации готовы к применению.

Сравнительная характеристика с известными разработками.

Биологическая загрузка модуля фитосистемы состоит из свежих или подстилочных древесных опилок и термовермикулита, взятых в соотношении 4:1, а также смеси сухих семян аборигенных многолетних травянистых растений.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Иванова Л.А., Корнейкова М.В., Мязин В.А., Фокина Н.В., Редькина В.В., Евдокимова Г.А. «Модуль фитосистемы для биологической очистки промышленных сточных вод от минеральных загрязнителей». Патент РФ № 189759, зарег. в Государственном реестре 03.06.2019 года.

Разработчик: ИППЭС КНЦ РАН; авторы: к.б.н. Корнейкова М.В., д.б.н. Иванова Л.А., к.б.н. Мязин В.А., к.т.н. Фокина Н.В.

12. Технология очистки шахтных вод рудника «Северный» АО «Кольская ГМК» на основе методов электрохимической коагуляции, флокуляции, фильтрации и УФ- обработки. Регламент на проектирование очистных сооружений

Направление использования или применения научной разработки (отрасль, предприятие).

Технология и регламент на её основе могут быть использованы для очистки сточных шахтных вод рудника «Северный» АО «Кольская ГМК» и других горнодобывающих предприятий в Евро-Арктическом регионе.

Краткая характеристика основных технических параметров.

Укрупнёнными стендовыми испытаниями показана высокая эффективность схемы очистки шахтных вод рудника «Северный» на основе использования метода электрохимической коагуляции с использованием растворимых анодов из стали марки Ст3. Схема характеризуется простотой в исполнении и удобством в эксплуатации, что позволяет обеспечить требуемую эффективность очистки воды при более низких капитальных и эксплуатационных затратах.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Данная схема рекомендована к промышленным испытаниям по очистке сточных шахтных вод рудника «Северный» АО «Кольская ГМК». Разработан регламент на проектирование очистных сооружений.

Сравнительная характеристика с известными разработкам.

Ранее была предложена технологическая схема очистки шахтных сточных вод рудника «Северный» на основе методов химического осаждения, флокуляции и коагуляции. Однако химическая коагуляция требует для реализации широкого спектра реагентов (щёлочь, кислота, коагулянт, флокулянт), что приводит к повышению минерализации вод в процессе очистки и образованию большого количества токсичных отходов (органо- и алюмосодержащие осадки и т.д.), загрязняющих окружающую среду и требующих значительных затрат на их переработку и утилизацию. Кроме того, низкая температура шахтных вод (особенно в зимний период) затрудняет процесс коагуляции воды на основе использования солей алюминия. Экспериментально показаны преимущества использования метода электрокоагуляции, обеспечивающего как снижение расхода реагентов, так и более высокую степень очистки воды по ряду параметров.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Технология патентноспособна.

Разработчик: ИППЭС КНЦ РАН совместно с ИПКОН РАН; авторы: д.т.н. Макаров Д.В., к.т.н. Светлов А.В., к.т.н. Миненко В.Г., к.т.н. Самусев А.Л.

13. Программы для ЭВМ

1). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019660282: *«Реализация метода разложения гидрометеорологических полей на естественно-ортогональные составляющие».*

Авторы: Акперов М.Г., Бабков О.К., Васильев Д.Ю., Семенов В.А.,

Заявка № 2019619186, дата поступления 24 июля 2019 г., дата государственной регистрации в Реестре баз данных 5 августа 2019 г.

Программа предназначена для анализа пространственно-временной структуры гидрометеорологических полей. Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- автоматическое вычисление основных статистических характеристик анализируемых гидрометеорологических рядов данных;

- автоматическое разложение гидрометеорологических рядов на естественно-ортогональные составляющие.

2). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019662239:

«Программа расчёта пространственного распределения чувствительности концентрации атмосферной примеси к эмиссиям этой примеси».

Авторы: Виноградова А.А., Карпов А.В.

Заявка № 2019661211, дата поступления 11 сентября 2019 г., дата государственной регистрации в Реестре баз данных 19 сентября 2019 г.

Программа предназначена для решения задач, связанных с переносом воздушных масс и примесей в заданную точку. В качестве исходной информации используются массивы траекторий – текстовые файлы с координатами траекторий воздушных масс, приходящих к рассматриваемому пункту, и значениями высоты слоя перемешивания, рассчитанными на сайте <http://www.arl.noaa.gov/ready>, который регулярно совершенствуется и наиболее часто употребляется для этих целей. Входными параметрами являются координаты рассматриваемого пункта и пространственные распределения скорости осаждения примеси на поверхность для четырёх сезонов – в виде таблиц на плоскости географических координат. Аналоги неизвестны.

3). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019663206:

«Программа определения общего содержания метана и оксида углерода в вертикальном столбе атмосферы по измеренным спектрам прямого инфракрасного солнечного излучения».

Авторы: Беликов И.Б., Белоусов В.А., Скороход А.И.

Заявка № 2019662135, дата поступления 03 октября 2019 г., дата государственной регистрации в Реестре баз данных 11 октября 2019 г.

Областью применения программы являются фундаментальные и прикладные научные исследования физики атмосферы в части экспериментального

определения общего содержания метана (CH_4) и оксида углерода (CO) в вертикальном столбе атмосферы методом измерения спектров прямого солнечного излучения в инфракрасном диапазоне с помощью спектрометра. Назначение программы заключается в математической обработке полученных спектров и вычислению величин общего содержания CH_4 и CO . В функциональные возможности программы, кроме собственно обработки спектров, входит наглядное отображение пользователю каждого из измеренных спектров, выбор пользователем параметров обработки, а также автоматическая (по заданным критериям) и ручная отбраковка спектров, непригодных для вычислений по условиям измерений.

4). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019622096:

«База данных наблюдений характеристик собственного излучения мезопаузы на Звенигородской научной станции Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН» Авторы: Перминов В.И., Перцев Н.Н., Суходоев В.А., Сидаш В.Б.

Заявка № 20196211946, дата поступления 29 октября 2019 г., дата государственной регистрации в Реестре баз данных 15 ноября 2019 г.

База данных содержит экспериментальные сведения о характеристиках излучающего гидроксила и молекулярного кислорода области верхней атмосферы Земли – мезопаузы, получаемые по спектральным наземным измерениям на Звенигородской научной станции Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН при ясных погодных условиях с 1 января 2000 г. Совокупность характеристик включает температуру излучающего гидроксила и интенсивности полос излучения $\text{OH}(6-2)$ и $\text{O}_2\text{A}(0-1)$. Структурно база данных состоит из описания измерений характеристик и двух электронных таблиц, содержащих массивы данных. Таблица с температурными данными состоит из двух столбцов: (1) даты получения характеристики и (2) значения температуры (в единицах измерения кельвин) для временного интервала с 21 ч до 22 ч всемирного времени. Таблица с данными по интенсивностям полос излучения состоит из трёх столбцов: (1) даты получения характеристик, (2) значения интенсивности полосы $\text{OH}(6-2)$ и (3) значения интенсивности полосы $\text{O}_2\text{A}(0-1)$ (в единицах измерения рэлей) для указанного выше интервала времени суток.

Область применения: предназначена для научных исследований в области физики атмосферы, моделирования геофизических процессов и прогнозирования климатических процессов.

Разработчик: ИФА РАН.

14. Создание гравиинерциальной и гравиградиентометрической аппаратуры для космической системы глобального Геодезического мониторинга

Краткая характеристика основных технических параметров и сравнительные характеристики с известными разработками.

Спутниковый акселерометр с рекордным разрешением 10–10 g.

Основные параметры ограничения разрешающей способности:

	Маятниковые гравиинерци- альные датчики (ИФЗ РАН)	Микроэлектромеханические датчики (МЭМС)
Разрешение датчика перемещений - $\sigma(x)$	1 Å	1 Å
Длина маятника – L	2 см	1 см
Масса пробного тела – m	10 г	1 г
Жёсткость подвески – W	$1,3 \cdot 10^{-1} \frac{\text{дН} \cdot \text{см}}{\text{рад}}$	$10^3 \frac{\text{дН} \cdot \text{см}}{\text{рад}}$
Собственная частота упругой системы $\omega_0 = \sqrt{\frac{3W}{4mL^2}}$	$0,05 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$	$30 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$
Шумы датчика ускорений		
Инерциальная составляющая $\ddot{X}_{\text{инер}} = 4\pi^2 f^2 \sigma(x)$, при 0,1 Гц	$4 \cdot 10^{-12} g$	$44 \cdot 10^{-12} g$
Упругая составляющая $\ddot{X}_{\text{упр}} = \frac{W\sigma(x)}{mL^2}$, при $4kT = 1,6 \cdot 10^{-13}$ эрг	$3 \cdot 10^{-14} g$	$10^{-8} g$
Броуновские шумы $\ddot{X}_{\text{бр}} = \sqrt{\frac{\omega_0 \Delta f}{mQ}} 4kT$, при $Q = 0,5$	$1,2 \cdot 10^{-11} g$	$10^{-9} g$

Область возможного использования.

Спутниковый гравиградиентометр с базой 1 метр, построенный с использованием таких акселерометров, обеспечит точность измерения градиентов на уровне 1 Этвеш. В условиях космического полёта при отсутствии сейсмических и техногенных возмущений ожидаемая точность должна повыситься как минимум на порядок.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Создан лабораторный образец спутникового акселерометра, проведены лабораторные испытания, подтверждающие заявленные технические характеристики.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Съёмки, проведённые с помощью спутникового гравиградиентометра, построенного с использованием разработанных акселерометров, позволят существенно повысить детальность модели глобального гравитационного поля Земли до разрешения 100–200 км, что в свою очередь позволит провести уточнение фигуры Земли. Уточнённая модель гравитационного поля Земли будет использована в спутниковых навигационных системах при уточнении параметров современных геодезических систем.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получен патент на изобретение № 2627014 «Спутниковый акселерометр».

Разработчик: ИФЗ РАН.

15. Способ и установка для получения алмаза

Для получения композита железо-алмаз формируется реакционный образец посредством смешивания 92–96 вес. % карбонильного железа и 4–8 вес. % графита. Полученный образец нагревают до получения алмаза при температуре 1160–1500 °С. Нагрев проводят или в условиях вакуума 10^{-1} – 10^{-2} Па, или в инертной атмосфере (Ar), или на воздухе до образования расплава при отношении объема воздуха в сосуде к объёму расплава, не превышающем 50:1. Расплав закалывают водой.

Изобретение позволяет сократить время синтеза алмазов микронного и субмикронного размера с использованием двухкомпонентной смеси железа и углерода, близкой к эвтектическому составу.

Получен патент на изобретение.

Разработчик: ИЭМ РАН, авторы: Осадчий Е.Г., Воронин М.В., Поляков В.Б.

16. Безлинзовый микроскоп

В рамках государственного задания 0827-2019-0002 «Развитие методов оперативной океанологии на основе междисциплинарных исследований процессов формирования и эволюции морской среды и математического моделирования с привлечением данных дистанционных и контактных измерений» разработан безлинзовый микроскоп оригинальной конструкции (рис. 70), использующий метод цифровой голографической микроскопии (ДНМ) для визуализации морского планктона (рис. 71). Корпус изготовлен с помощью современных аддитивных технологий. Минимум оптических и электронных компонент и возможность использования программного обеспечения с открытым кодом делает устройство хорошей альтернативой классическим световым микроскопам в задаче исследования планктонных организмов.

Конструкция прибора предусматривает работу как со стандартными предметными стеклами, так и с проточной кюветой, что позволяет автоматизировать обработку проб и проводить экспресс-анализ, сохранив при этом пробу для последующей консервации и тщательного анализа стандартными методами.

Публикации:

Хурчак А.П., Латушкин А.А., Белашов А.В., Петров Н.В. Осевая цифровая голография для исследования микрообращения оптических материалов в водной среде // VIII Международная конференция по фотонике и информационной оптике: сборник научных трудов, НИЯУ МИФИ. – 2019. – С. 713–714.

Кудинов О.Б., Белашов А.В., Петров Н.В., Хурчак А.П. Пространственно-временной модулятор света на основе жидкокристаллического дисплея ELT240320ATP и микроконтроллера Arduino // VIII международная конференция по фотонике и информационной оптике: сборник научных трудов, НИЯУ МИФИ. – 2019. – С.677.



Рис. 70. Внешний вид безлинзового микроскопа

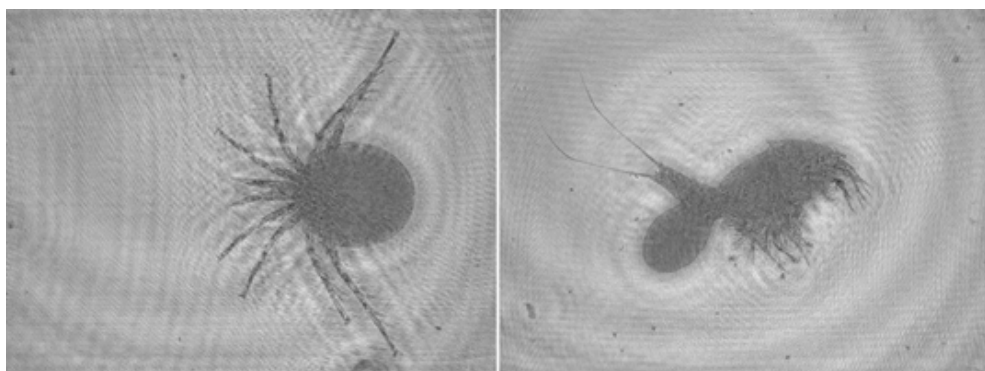


Рис. 71. Примеры визуализации планктонных частиц, полученные с помощью микроскопа

17. Дрейфующие платформы

Создана морская дрейфующая платформа с измерителями атмосферного давления (рис. 72), температуры поверхности моря, модулем вычисления солёности, модемом передачи данных спутниковой системы Iridium и программным обеспечением приёма и обработки информации.

Платформа является основой системы оперативного мониторинга верхнего деятельного слоя. Внедрение системы мониторинга позволит повысить эффективность контроля и прогноза состояния морской среды в прибрежных районах Чёрного моря, отработать элементы прибрежной наблюдательной системы нового поколения, создать условия и предпосылки для активизации инновационной деятельности, поддержания научного приоритета России в фундамен-

тальных научных исследованиях в Черноморском регионе. Система готова к практическому применению.

Публикация:

Толстошеев А.П., Лунев Е.Г., Мотыжев С.В. и др. Автономный термопрофилирующий дрейфующий буй с модулем вычисления солёности // Материалы всероссийской научной конференции «Моря России: фундаментальные и прикладные исследования», 23–28 сентября 2019 г. – Севастополь: ФГБУН ФИЦ МГИ, 2019. – С. 299–301.

Разработчик: МГИ РАН; авторы: Мотыжев С.В., Толстошеев А.П., Лунев Е.Г.



Рис. 72. Внешний вид и состав платформы

18. Глобальная радиогидроакустическая система мониторинга полей атмосферы, океана и земной коры в морской среде и распознавания источников их формирования

Краткая характеристика основных технических параметров.

Изобретение основано на объединении фундаментальных разработок глобальной системы навигации «ГЛОНАСС», системы связи «Гонец», а также разработок широкомасштабной радиогидроакустической системы мониторинга полей атмосферы, океана и земной коры в морской среде как единого информационного пространства. Глобальная радиогидроакустическая система мониторинга полей атмосферы, океана и земной коры в морской среде и распознавания источников их формирования включает в себя основную (масштабируемую) просветную параметрическую систему мониторинга, содержащую установленные на противоположных границах контролируемой среды один излучающий и три приёмных акустических преобразователя, сформированные между ними три

рабочие зоны нелинейного взаимодействия и параметрического преобразования просветных и измеряемых информационных волн (рис. 73).

Области возможного использования. Создаваемая система мониторинга может быть сформирована и реализована на основе существующих стационарных и корабельных гидроакустических станций, а также автономных быстро разворачиваемых радиогидроакустических комплексов, формируемых из средств морского приборостроения, создаваемых в ФГБУН СКБ САМИ ДВО РАН.

Степень готовности к практическому применению.

Изобретение готово к практическому внедрению. На акваториях Японского и Охотского морей проведены многократные испытания макетов просветных систем мониторинга как автономных подсистем.

Возможный эффект от внедрения.

Заявленное изобретение представляет значительный интерес для решения практических задач морской науки, оборонного и народно-хозяйственного комплексов. Система промышленно применима, так как для её создания используются распространенные компоненты и изделия радиотехнической промышленности и вычислительной техники. Заявляемая система не оказывает отрицательного воздействия на экологическое состояние морской среды и атмосферы.

Сравнительная характеристика с известными разработками.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому изобретению является «Радиогидроакустическая система параметрического приёма волн источников и явлений атмосферы, океана и земной коры в морской среде» пат. № 2593673, RU, G01H 3/00, 2016 год.

Технический результат изобретения заключается в разработке глобальной радиогидроакустической системы, обеспечивающей наблюдение пространственно-временной динамики и распознавание характеристик полей, формируемых источниками атмосферы, океана и Земной коры в условиях протяжённого гидроакустического канала с переменными характеристиками среды и границ. Диапазон частот дальнего параметрического приёма информационных волн составляет сотни десятки единицы доли герц, включая волны СНЧ-колебаний движущихся объектов как целого. Операции распознавания и классификации источников формирования в морской среде информационных полей выполняются на базе нечёткой логики искусственных нейронных сетей как в автоматическом режиме, так и с участием оператора. Комплексное наблюдение надводной и подводной обстановки, оперативный обмен информацией с географически разнесённых подсистем мониторинга и реализация создаваемой системы как глобальной радиогидроакустической достигается путём соединения единого аналитического центра с внешними (не системными) блоками, обеспечивающими обмен данными и связь.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Патент на изобретение № 2691295 от 11.06.2019 г.

Разработчик: СКБ САМИ ДВО РАН.

**ГЛОБАЛЬНАЯ РАДИОГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА
ПОЛЕЙ АТМОСФЕРЫ, ОКЕАНА И ЗЕМНОЙ КОРЫ В МОРСКОЙ СРЕДЕ И
РАСПОЗНАВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ**

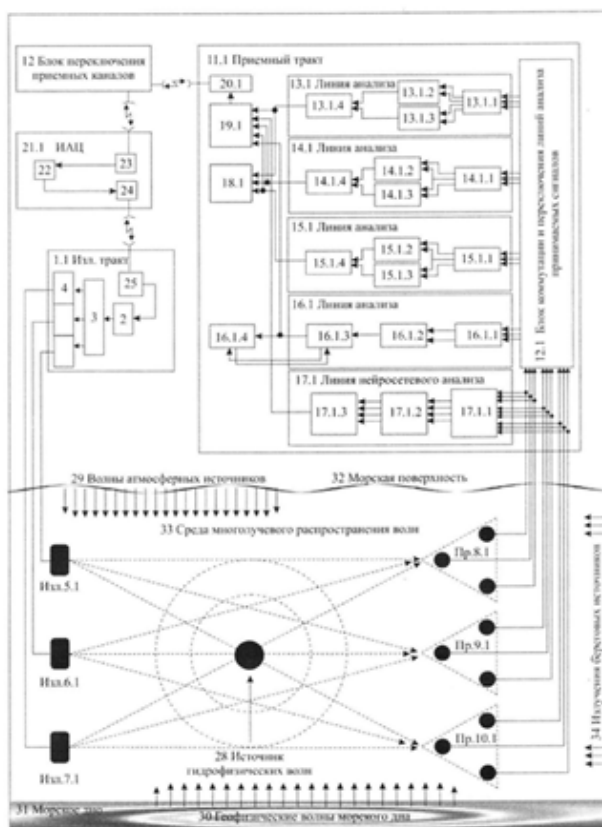


Рис. 73. Структурная схема основной просветной параметрической системы мониторинга, масштабируемой в пределах географически удалённых акваторий

19. Мониторинг собственных частот плотин крупных ГЭС с целью оценки их структурной целостности

Краткая характеристика. Разработан способ мониторинга собственных частот плотин гидроэлектростанций по данным непрерывных сейсмических наблюдений на станциях, установленных внутри плотины и/или на расстоянии от неё. Опробован на крупнейшей в России арочной плотине Чиркейской ГЭС. На первоначальном этапе выполнено детальное изучение собственных колебаний плотины методом когерентного восстановления полей стоячих волн с определением как собственных частот сооружения, так и их мод. Исследования проведены дважды при минимальном и максимальном уровнях наполнения водохранилища (УВБ) и изучены особенности сезонных изменений полного поля стоячих волн. Установлены моды, частоты которых можно использовать для непрерывного мониторинга технического состояния плотины путём периодического определения их значений по записям сейсмической

аппаратуры. Используются пункты наблюдения, расположенные в областях пучностей стоячих волн. Значения собственных частот в целом уменьшаются с ростом УВБ. Определено, что существуют дополнительные факторы, приводящие к эффекту гистерезиса в зависимости между значениями УВБ и собственных частот, предположительно, связанные с релаксационными процессами в теле плотины и/или в системе плотина-основание после изменения УВБ. Предложена методика оценки структурной целостности плотины, основанная на сопоставлении наблюдаемых значений частот с прогнозными. Последние определяются по линейным зависимостям от УВБ с учётом временных сдвигов, связанных с процессами релаксации.

Разработка полностью готова к практическому применению. Ожидаемый технический эффект от внедрения – снижение рисков возникновения аварий за счёт более достоверного способа оценки структурной целостности плотин.

Область возможного использования: плотины крупных ГЭС.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Известно, что такие негативные изменения состояния сооружений, как появление трещин, ослабленных зон приводят к изменению параметров собственных колебаний. Широко распространены методы контроля, основанные на анализе изменений во времени собственных частот. В то же время, наблюдаемые вариации частот могут быть связаны и с другими факторами. Например, это может быть меняющаяся во времени внешняя нагрузка, не приводящая к возникновению дефектов. В случае с плотинами ГЭС, такой нагрузкой, как правило сезонно меняющейся, является давление воды со стороны водохранилища. Обнаружены эффекты гистерезиса в зависимостях между изменениями уровня воды и собственных частот. Измерение собственных частот тоже непростая задача. Математическим моделированием показано, что возникновение трещин, секущих не весь объём плотины, а только её часть, приводит к достаточно малым изменениям частот – порядка 1% и меньше. В особо крупных и сложноустроенных сооружениях, к которым относятся плотины ГЭС, поле стоячих волн имеет сложную структуру, для определения которой необходимо выполнять исследования с высокой детальностью. Применяемый многими авторами подход определения частот по спектрам сейсмических шумов, без увязки точек наблюдения с областями пучностей стоячих волн, часто приводит к ошибкам. Поэтому, для исключения ошибки интерпретации, разработаны способы точного определения собственных частот и установления всех факторов, влияющих на их изменения.

Разработка является патентоспособной и нуждается в патентной защите.

Разработчик: ФИЦ ЕГС РАН.

20. Оценка вероятности возникновения сильного афтершока в сейсмоактивных зонах

Разработана методика оценки вероятности возникновения повторных толчков в сейсмоактивных зонах после сильных землетрясений по информации о предшествующей сейсмичности и основном толчке. По данным многолетних

сейсмологических наблюдений на глобальном и региональном уровнях установлено, что сильные афтершоки вероятнее происходят в зонах с повышенной сейсмической активностью, предшествующей основному толчку.

Область возможного использования.

Оценка вероятности возникновения повторных толчков в сейсмоактивных зонах после сильных землетрясений по информации о предшествующей сейсмичности и основном толчке может быть использована органами власти при планировании мер по снижению ущерба после сильного землетрясения.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Полученный результат апробирован на данных многолетних сейсмологических наблюдений на глобальном и региональном уровнях.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Экономический эффект определяется возможностью планирования мер по снижению ущерба от повторных толчков после сильного землетрясения.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Общепринятым способом оценки опасности сильных афтершоков по данным об основном толчке является методика П. Ризенберга и Л. Джонс 1989 года, основанная на представлении афтершокового процесса суперпозицией законов Гутенберга-Рихтера и Омори-Утсу. При этом в качестве значений параметров законов используются усреднения оценок, полученных по сериям, произошедшим ранее. Последующие достижения статистической сейсмологии и механики разрушений продемонстрировали недостаточную обоснованность такого способа оценки, обусловленную несимметричностью распределений, зависимостью параметров и экспоненциальным законом продуктивности землетрясений. В представляемом результате, во-первых, оценка параметров модели выполняется с учётом современных разработок статистической сейсмологии; во-вторых, оценка вероятности возникновения повторного сильного афтершока проводится с учётом сейсмичности, предшествующей основному толчку. Эти отличия позволили улучшить оценки вероятности возникновения сильного повторного толчка для всей земли 1,17 раза, для района полуострова Камчатка и Курильских островов в 1,23 раза, для Байкала и Прибайкалья в 1,72 раза, для Северного Кавказа в 2 раза.

Разработка является патентоспособной и нуждается в патентной защите.

Публикация:

Баранов С.В., Шебалин П.Н., Габсатарова И.П. Связь вероятности возникновения сильного афтершока с предшествующей сейсмичностью // Геофизические исследования, 2019. Т. 20., № 3. С. 5–22. DOI: <http://gr.ifz.ru/en/contents/volume-20-no-3-2019/01/>

Разработчик: ФИЦ ЕГС РАН.

21. Новые виды строительных материалов на основе магнийсодержащих отходов горнодобывающей промышленности

В БИП СО РАН разработаны ресурсосберегающие экологобезопасные технологии переработки магнийсодержащих вскрышных пород (дуниты, ба-

зальты, серпентиниты) и некондиционного нефритсодержащего сырья гипер-базитовых массивов с получением новых видов строительных материалов (рис. 74). Установлены закономерности интенсификации процессов гидратации и твердения композиционных материалов в зависимости от рецептурно-технологических параметров их получения.



Рис. 74. Принципиальная технологическая схема переработки магнийсодержащих пород

Полученные материалы обладают высокими физико-механическими характеристиками (прочностью, водостойкостью, щелочестойкостью, устойчивостью к воздействию температур). Они удовлетворяют требованиям ГОСТ и могут применяться в строительстве и дорожном хозяйстве во всех климатических зонах (рис. 75) (Патенты РФ 2591572, 2651824).



Рис. 75. Строительные материалы с использованием магнийсодержащих пород

Публикации:

1. Khudyakova L.I., Kislov E.V., Paleev P.L., Kotova I.Yu. Nephrite-Bearing Mining Waste As a Promising Mineral Additive in the Production of New Cement Types // Minerals. – 2020. – Vol. 10. – Is. 5. 394. DOI: 10.3390/min10050394. (WoS, Q2)

2. Kislov E.V., Khudyakova L.I. Yoko–Dovyren Layered Massif: Composition, Mineralization, Overburden and Dump Rock Utilization // Minerals. – 2020. – Vol. 10. – Is. 8. 682. DOI: 10.3390/min10080682. (WoS, Q2)

Разработчик: БИП СО РАН.

22. Программа для ЭВМ «NoiseCalibration: Программа для калибровки сейсмометров методом эталонного канала»

Программа создана совместно с Федеральным исследовательским центром «Единая геофизическая служба Российской академии наук».

Краткая характеристика основных технических параметров. Программа предназначена для калибровки сейсмометрического канала с использованием эталона – датчика с известной абсолютной передаточной функцией, имеющего более широкий частотный диапазон, чем калибруемый, используя запись с одного постаumenta. Реализована конвертация записей из различных входных форматов, оценка величины когерентности сигнала, подбор теоретической передаточной функции. Программа кроссплатформенная, реализована на языке программирования Python.

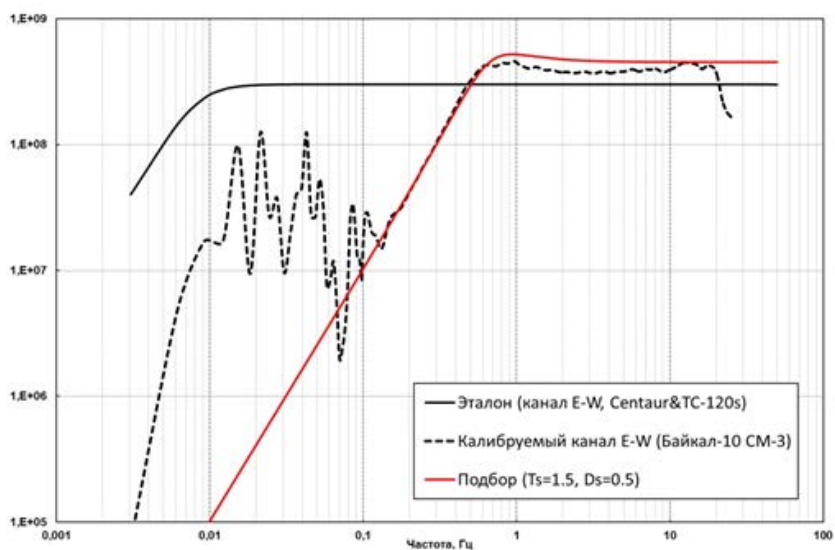


Рис. 76. Результат калибровки: АЧХ эталонного канала, экспериментальная АЧХ, подбор теоретической передаточной функции из полюсов-нулей

Область возможного использования: для калибровки сейсмометрических каналов на стационарных и временных сейсмических станциях локальной сети наблюдений центрального Байкала.

Степень готовности разработки к практическому применению. Программа используется в практической работе лаборатории методов сейсмопрогноза ГИН СО РАН.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Снижение затрат на выполнение калибровки и повышение точности результата.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Существует аналогичная платная программа с закрытым исходным кодом разработки OSOP.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020662114 от 08.10.2020 г.

Авторы: Предеин П.А., Тубанов Ц.А.

Разработчик: ГИН СО РАН.

23. Программа для ЭВМ «Gtail»

Краткая характеристика основных технических параметров: Тип ЭВМ: IBM PC-совместимая; язык программирования: Visual Basic for Application (Excel); операционная система: Windows XP/7/8/10; объём программы: 200 Kb.

Область возможного использования. Математическая и графическая обработка U-Th-Pb изотопно-геохронологических данных.

Степень готовности разработки к практическому применению. Программа Gtail применяется группой ЛА-ИСП-МС лаборатории инструментальных методов анализа ГИН СО РАН при проведении U-Th-Pb изотопно-геохронологических исследований цирконов. Настоящая версия адаптирована для совместной работы с программой Glitter.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Применение программы Gtail значительно сокращает время и трудозатраты персонала на рутинную обработку массива U-Th-Pb изотопно-геохронологических данных, а также минимизирует влияние на результат субъективных факторов при расчётах.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Программа Gtail представляет собой алгоритм, который расширяет функционал программных комплексов Glitter и Isoplot. Функционал Glitter не позволяет корректно оценить относительное положение фигуративных точек изотопных отношений на диаграммах с конкордией; пробы отображаются одинаковыми маркерами; нет расчёта коэффициента корреляции ошибок и дискордность, коррекции на обыкновенный свинец и др. Программа Isoplot не позволяет провести предварительный обзор и анализ массива изотопных данных, отсутствует возможность выполнения коррекции по методу Андерсена и расчёта концентраций Pb, Th и U с учётом приборного дрейфа.

Программа Gtail имеет простой интерфейс и богатый функционал: генерация полностью оформленной таблицы-отчёта с результатами анализа; возможность настройки пользователем параметров расчёта выходных данных, набора и последовательности столбцов таблицы-отчёта; оценка содержания Pb, Th и U с возможностью выбора стандартного образца и способа коррекции на дрейф; расчёт коэффициента корреляции ошибок (2 вида); расчёт дискордантности (3 вида); коррекция на обыкновенный свинец (4 метода, в том числе метод Андер-

сена); построение диаграммы с конкордией, расчёт конкордантного и средне-взвешенного возраста, среднего квадрата взвешенных отклонений по отдельным образцам для быстрой оценки качества анализа.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020615366 «Gtail» от 25.05.2020 года.

Автор: Буянтуев М.Д.

Разработчик: ГИН СО РАН.

24. Оценка вертикальных деформаций русел рек на основе данных гидрометрических измерений сети Росгидромета

Плановые и вертикальные деформации русел рек создают существенные риски для населения и хозяйственной деятельности, вызывая обмеление водозаборов, разрушение гидротехнических и линейных сооружений, изменения судовых ходов и т.д. Оценка вертикальных деформаций представляет наибольшие трудности в связи с недостаточностью данных и трудоёмкостью получения информации.

По результатам проведённых исследований предложена схема расчёта вертикальных деформаций русла рек на основе данных гидрометрических измерений сети Росгидромета (Единый Государственный фонд данных). Разработана программа для ЭВМ, которая позволяет определять абсолютные величины вертикальных деформаций русел рек.

В расчётах показателем динамики вертикальных деформаций принято изменение во времени зависимости расхода реки Q от уровня воды H при этом

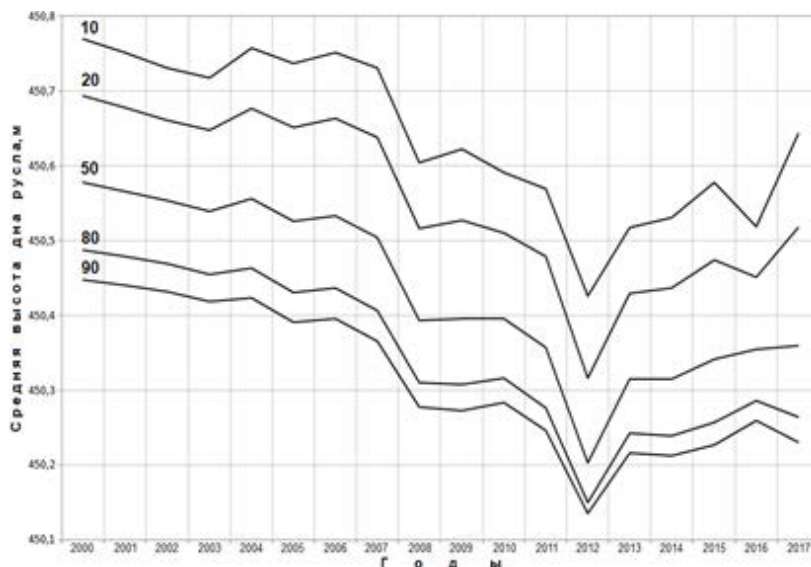


Рис. 77. Изменение во времени отметок дна реки (р. Олха – д. Олха), рассчитанных по связям при расходах различной обеспеченности (обозначения линий на графике)

расходе. Изменения положения кривых расходов интегрируют динамику отдельных гидравлично-морфометрических характеристик реки, определяемых особенностями руслового процесса. Перемещение кривых вниз или вверх характеризует процессы врезания или повышения русла реки.

Зарегистрированы две программы ЭВМ для подготовки информации и расчёта вертикальных русловых деформаций.

В.В. Кравченко. Проверка и редактирование гидрологической информации в форматах Единого Государственного Фонда Данных. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020614302 от 30.03.2020 (Роспатент РФ).

В.В. Кравченко. Расчёт вертикальных русловых деформаций по данным гидрометрических измерений. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020614182 от 26.03.2020 (Роспатент РФ).

Разработчик: ИГ СО РАН.

25. Создание сетевого сервиса «Ландшафтные карты России»

Информационные ресурсы ландшафтоведения включают данные в форме цифровых тематических слоёв, традиционных «бумажных» или цифровых карт или их коллекций в виде атласов и серий карт, материалы полевых исследований и научные публикации, содержащие данные или методы и технологии их сбора и обработки. Они распределены по различным источникам, часто недоступных научному сообществу.

Предлагается создать сетевой сервис «Ландшафтные карты России» совместно с Институтом географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Институтом географии РАН и МГУ им. М.В. Ломоносова с привлечением других организаций, где проводятся ландшафтные исследования. О важности этой работы свидетельствуют результаты анкетирования, в которых 91% респондентов согласны быть участниками и поставщиками пространственных данных и карт.

Для объединения информационных ресурсов о ландшафтах разных территорий предлагаются технологические решения, основанные на их размещении в сети Интернет: интерфейс геопортала, пополняемая база электронных ландшафтных карт, база данных ландшафтных описаний и репозиторий научных публикаций. Для описания данных в формате языка графической разметки XML предлагается использовать стандарт ISO/TS 19139:2007 Geographic information – Metadata – XML schema implementation. Наличие метаданных является условием для их эффективного поиска на геопортале и организации удаленного доступа.

При выборе программного обеспечения для устройства геопортала следует ориентироваться на готовые проектные решения: программные продукты с открытым исходным программным кодом GeoNetwork (<https://geonetwork-opensource.org/>) и известный по десяткам реализаций аналогичный продукт GeoNode (<https://geonode.org/>). Для разработки баз данных ландшафтных описаний предлагается использовать стандартную спецификацию описаний в формате, допускающем обмен между различными приложениями, а также

экспорт/импорт. Для организации данных создаются концептуальная и логическая модели базы данных ландшафтных описаний по результатам исследований на тестовых площадках, для чего используются мобильные приложения и платформы. Эта разработка будет запатентована.

Публикации:

Солодянкина С.В., Кошкарёв А.В. К вопросу создания открытой базы данных ландшафтов России // Ландшафтный бюллетень. 2019. – № 7. – С. 5–7.

Кошкарёв А.В., Солодянкина С.В. Средства инвентаризации географических данных и знаний о ландшафтах России // Геоинформационное картографирование в регионах России. – 2020 (в печати).

Солодянкина С.В., Кошкарёв А.В., Ганзей К.С., Исаченко Г.А., Лысенко А.В., Старожилов В.Т., Хорошев А.В., Черных Д.В. Некоторые итоги и перспективы ландшафтного картографирования России // География и природные ресурсы. – 2021 (на рецензии).

Разработчик: ИГ СО РАН.

26. Вертикальный центробежный измельчитель (ВЦИ-12)

Краткая характеристика. Вертикальный центробежный измельчитель предназначен для переработки руд месторождений полезных ископаемых, производства стройматериалов и других производств, связанных с измельчением твёрдых материалов. Предлагаемый двухкамерный измельчитель (рис. 78) содержит цилиндрический корпус с верхним загрузочным узлом и нижним разгрузочным узлом, регулирующим угол разгрузки измельчённого продукта и соосные рабочие органы специальной формы в виде вертикально расположенных дисков с радиальными разгонными и отбойными элементами, обеспечивающих многократные динамические и истирающие воздействия на разрушаемый материал.

Основными преимуществами данного измельчителя являются: возможность регулировки ширины рабочей камеры (зазора) от 1 до 20 мм в зависимости от степени крепости исходного материала; простота конструкции и эксплуатации; возможность задавать крупность продуктов измельчения с учётом физико-механических свойств исходного материала за счёт установки под определённым углом разгрузочного узла измельчителя, который одновременно отвечает за разгрузку и за качество продуктов измельчения; компактность габаритов установки; конструктивное решение расположения рабочих камер, позволяющее сбалансировать механическую схему привода.

Область возможного использования. Вертикальный центробежный измельчитель относится к области дезинтеграции и переработки горных пород и руд, рекомендован для использования в горнодобывающей, перерабатывающей, химической промышленности, перерабатывающих твёрдые материалы.

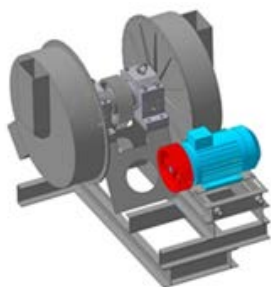
Сравнительные характеристики с известными разработками. В отличие от известных измельчителей ударного и истирающего действия, например, от центробежной мельницы ЦМБУ-800, в предлагаемом вертикальном центробежном измельчителе ВЦИ-12 имеется возможность управления процессом измельчения за счёт регулируемых рабочих параметров (угол разгрузки из-

мельчённого материала, зазор между рабочими дисками), при которых исключается выброс недоизмельчённых частиц из рабочей зоны измельчителя, что обеспечивает возможность получить заданную крупность помола продуктов дезинтеграции.

Степень готовности к практическому применению. Разработана техническая документация и основной проект на изготовление опытного образца измельчителя ВЦИ-12.

Патентная защита. Получен патент РФ № 2322299/2006.01.

Разработчик: ИГДС СО РАН.



ПАРАМЕТРЫ	ЕД. ИЗМ.	ПОКАЗАТЕЛИ
НАИБОЛЬШИЙ РАЗМЕР ИСХ. КУСКА	ММ	5 - 20
ДИАМЕТР ВНУТРЕННЕГО ДИСКА	ММ	1200
РАЗМЕРЫ ПРИЕМНОГО ОТВЕРСТИЯ	ММ	280 x 160
РАЗМЕРЫ ВЫПУСКНОГО ЛОТКА	ММ	210 x 220
ЧИСЛО ОБОРОТОВ ВНУТ. ДИСКА	ОБ/МИН	760
ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ	кВт	30
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ	Т/Ч	до 12
МАССА	КГ	6662,5
МАССА БЕЗ ЭЛ. ДВИГАТЕЛЯ	КГ	6512,5

Рис. 78. Общий вид и основные параметры вертикального центробежного измельчителя ВЦИ-12

27. Особо чистое кварцевое сырье Восточного Саяна

В результате проведенных Институтом геохимии научных исследований выделены новые продуктивные разновидности особо чистых кварцитов Юго-Западного участка Ока-Урикского блока Гарганской кварцитоносной провинции Восточного Саяна. Это белый сливной и сахаровидный кварциты. Разработаны процессы обогащения, позволяющие получать кварцевые концентраты глубокого и сверхглубокого обогащения. Разработана методика наплава оптического кварцевого стекла марки КИ.

Области возможного использования. Оптика, силовая оптика, лампы накачки мощных лазеров, кварцевая керамика, тигли для выращивания кремния, радиопрозрачные обтекатели ракет.

Степень готовности разработки к практическому применению. Завершаются работы по созданию экспериментальной технологической линии по получению особо чистых кварцевых концентратов. Результаты готовы к реализации.

Возможный технический и экономический эффект внедрения. Реальное импортозамещение кварцевой продукции.

Сравнительная характеристика с известными разработками. Получаемые кварцевые концентраты соответствуют марке Iota-4, мирового лидера фирмы Unimin, США.

Сведения о патентной защите разработки. Статьи в периодической печати, технические условия на кварцевые концентраты.

Разработчик: ИГХ СО РАН.



Рис. 79. Образцы особо чистых кварцитов

28. Методика тектонофизического прогнозирования участков локализации геологических тел, имеющих трубчатую форму

Разработана методика тектонофизического прогнозирования участков локализации геологических тел, имеющих трубообразную форму, вмещающих комплекс разнотипных полезных ископаемых, включая алмазы. Диагностика подобных структур базируется на применении в региональном и локальном масштабах оригинального тектонофизического подхода к интерпретации данных специального структурного картирования, электротомографии, радоновой съёмки и микросейсмического зондирования. Разработанная методика реализована на примере Алакит-Мархинского кимберлитового поля в Якутской алмазонасной провинции, где по комплексу признаков выявлено тело трубообразной формы (рис. 80). По итогам исследований оформлена рекомендация для АК «АЛРОСА»

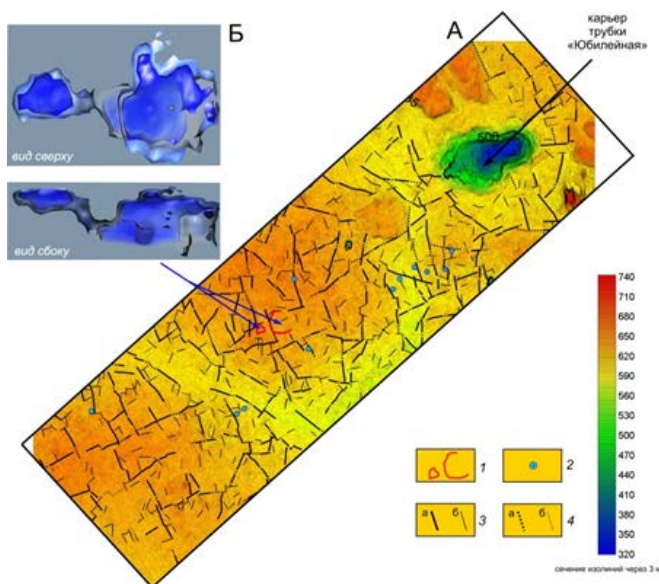


Рис. 80. Схема разрывной структуры участка «Полигон» (Алакит-Мархинское кимберлитовое поле в Якутии), представленная на карте его рельефа (А), и трубчатая форма аномалии удельного электрического сопротивления, согласно 2D-инверсии данных электротомографии (Б). 1 – контуры аномалий УЭС на поверхности; 2 – известные кимберлитовые трубки; 3 – крупные (а) и мелкие (б) разрывные структуры, проявленные в виде линеаментов рельефа; 4 – предполагаемое положение разрывов

(ПАО) на постановку заверочного бурения, которая была принята руководством компании для реализации в течение зимнего сезона 2021 г.

Публикация:

Семинский К.Ж., Борняков С.А., Бобров А.А., Шагун А.Н. Опыт применения электротомографии, радоновой съемки и микросейсмического зондирования для поиска геологических тел трубчатого типа, контролируемых разломными зонами // Геодинамика и тектонофизика. – 2020. – Т. 11. – № 2. – С. 431-446 (doi.org/10.5800/GT-2020-11-2-0484)

Разработчик: ИЗК СО РАН.

29. Программа для ЭВМ: DE-ZIR-teer



Рис. 81. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618155 «DE-ZIR-teer»

Программа «DE-ZIR-teer» предназначена для обработки и анализа изотопных геохронологических данных, полученных после обработки программами Iolite, либо Glitter. Программа позволяет за крайне малое время обрабатывать большие (сотни и тысячи анализов) массивы данных по геохронологии обломочных цирконов. Она позволяет применять фильтры к массиву данных, отфильтровывать некондиционные результаты, строить диаграммы (конкордии, вероятностные, кумулятивные, гистограммы), проводить ряд расчётов (вычисление KS-статистики, пересечение линий дискордии и конкордии) и экспортировать рассчитанные данные для их дальнейшей обработки и публикации. На программу получено свидетельство о государственной регистрации (№ 2020618155), дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ – 20 июля 2020 г. (рис. 81).

Разработчик: ИЗК СО РАН.

30. Разработка экологически чистого теплоизоляционного материала из диатомита и рекомендаций по его применению в сложных геокриологических условиях

Авторы: В.П. Мельников, К.С. Иванов.

Разработан новый способ синтеза гранулированной пеностеклокерамики – теплоизоляционного материала из опал-кristобалитовых и цеолитовых пород. Широкое распространение месторождений этих пород в Арктической зоне позволяет производить материал на месте строительства. Основная об-

ласть применения – транспортное строительство (автомобильные, железные дороги и трубопроводы). В условиях распространения вечномёрзлых грунтов применение материала обеспечивает принцип сохранения основания сооружения в мёрзлом состоянии, снижая риски деформаций и аварий. Натурные исследования экспериментального участка действующей автодороги показали высокую эффективность применения гранулированной пеностеклокерамики в условиях сезонного промерзания (рис. 82). Профили изотерм -2°C свидетельствуют о существенном сокращении зон риска деформаций морозного пучения основания. Исследование прочности и эффективной теплопроводности материала позволило разработать нормативные требования по его применению: СП 313.1325800.2017 «Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила проектирования и строительства», регламентирующие геометрические размеры слоя материала, его расположение в дорожной конструкции и прочее, в зависимости от типа местности. (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН)

Публикации:

Ivanov K.S. Use of Granulated Foam Glass Ceramics to Protect Heaving Soil from Seasonal Freezing // Soil Mechanics and Foundation Engineering, 2020, 57(1), p. 92-96. DOI: 10.1007/s11204-020-09642-7

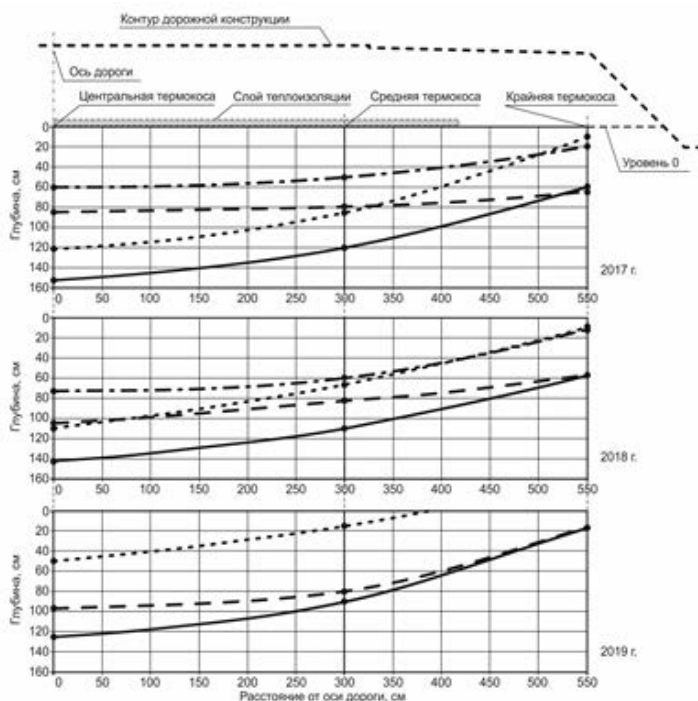


Рис. 82. Профили изотерм, соответствующих максимальной глубине промерзания основания автомобильной дороги в 2017-2019 гг.: сплошная $-0,5^{\circ}\text{C}$ и короткий пунктир -2°C – на участке дороги без теплоизоляции; длинный пунктир $-0,5^{\circ}\text{C}$ и пунктир с точкой -2°C – на участке со слоем теплоизоляционного материала

31. Обоснован оптимальный комплекс геофизических методов и разработана экспресс-методика геофизического комплексирования для эффективного исследования надмерзлотных и межмерзлотных водоносных таликов в песчаных отложениях криолитозоны Средней Сибири (Бестяхская терраса Центральной Якутии)

На основе проведения комплексных геофизических исследований в 2018–2020 годах – электротомографии (ЭТ), георадиолокации (ГРЛ), малоглубинная сейсмика: метода преломленных волн (МПВ), бесконтактного измерения электрического поля (БИЭП), метода радиоманнитотеллурического зондирования (РМТ) разработана экспресс-методика геофизического комплексирования для определения качественного показателя водонасыщенности талика и его пространственных характеристик без опорного бурения скважины. Установлено, что комплексирование методов электротомографии и георадиолокации позволяет в 1,5 раза (в зависимости от влагонасыщенности талика) повысить точность определения мощности талика (рис. 83). Разработанная экспресс-методика позволяет оперативно получить достоверную информацию на больших площадях с построением трёхмерной картины пространственного расположения талика. (ИМЗ СО РАН)

Публикации:

Христофоров И.И., Данилов К.П. Результаты физического моделирования георадиолокационного зондирования речных песков среднего течения р. Лена // «Engineering and Mining Geophysics 2020»: EAGE Международная научно-практическая конференция, 14–18 сентября 2020 г., ISSN: 2214-4609, ISBN: 9789462823402, DOI: 10.3997/2214-4609.202051137

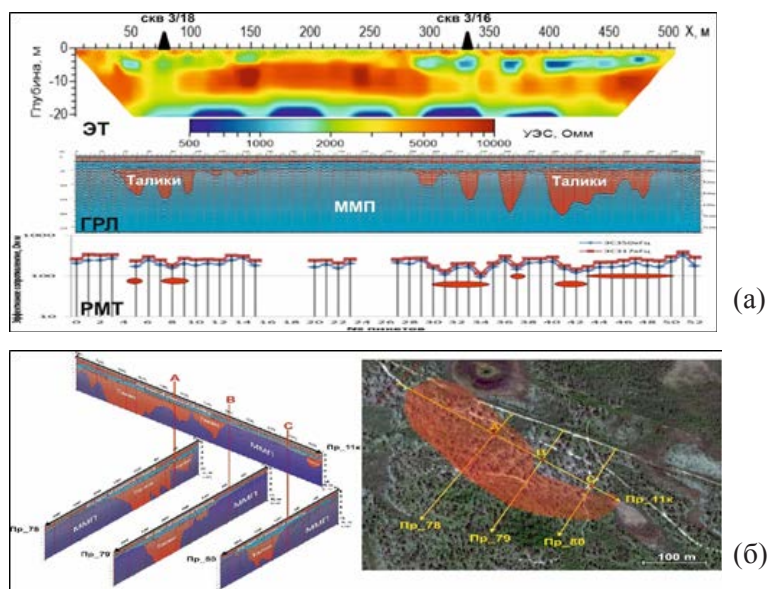


Рис. 83. Сопоставление нескольких геофизических методов (ЭТ, ГРЛ, РМТ) при определении надмерзлотных таликов (а); определение пространственного положения талика с помощью экспресс-методики комплексирования ЭТ и ГРЛ (б)

32. Ультразвуковая автоматическая метеостанция АМК-04

Разработка осуществлялась по заданию Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства обороны РФ.

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработана новая ультразвуковая автоматическая метеостанция АМК-04 с расширенным диапазоном измерения скорости ветра (до 60 м/с) и температуры воздуха (до -65 °С). Применение автоматической антиобледенительной системы и системы контроля функционирования позволило существенно повысить надёжность станции и адаптировать её к работе в условиях Арктики. УАМС АМК-04 внесена в Реестр средств измерений РФ (Свидетельство ОС.С.28.001.А №77356 от 29.05.2020) и вошла в состав бортовых автоматических комплексов специального назначения (изделие 1Б65Б), которыми оснащаются различные виды военной техники, принятой на снабжение Вооружённых сил РФ. В 2020 году список изделий военной техники, в которых применяется УАМС АМК-03 и её новая модификация АМК-04, пополнился двумя новейшими боевыми комплексами – системой дистанционного минирования ИСДМ «Земледелие» и тяжёлой огнемётной системой ТОС-2. Использование автоматического метеокомплекса позволило существенно повысить их тактико-технические характеристики.

ИСДМ «Земледелие» и ТОС-2 приняли участие в Параде Победы на Красной площади в Москве 24.06.2020. (рис. 84).

Область возможного использования.

УАМС АМК-04 предназначена для измерения основных метеопараметров – скорости и направления ветра, температуры и влажности воздуха, атмосферного давления и турбулентности атмосферы в составе автоматических метеостанций измерительной сети Росгидромета в любых климатических зонах (включая арктическую зону РФ), а также в составе специализированных мобильных автоматических метеокомплексов гражданского и военного назначения.

Степень готовности разработки к практическому применению.

На предприятии ООО «Сибаналитприбор», являющемся индустриальным партнером Института, освоен промышленный выпуск УАМС АМК-04 гражданского назначения. Ведётся подготовка к серийному выпуску изделий военного назначения под контролем ВП МО РФ.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Внедрение УАМС АМК-04 позволит реализовать программу автоматизации измерительной сети Росгидромета, существенно повысить объём и качество получаемой метеорологической информации, полностью заместить используемые на сети метеостанции иностранного производства на отечественную продукцию. Специализированные модификации УАМС АМК-04, используемые в составе изделий военной техники, позволят существенно повысить тактико-технические характеристики новейших систем вооружений, применяемых в ВС РФ.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

УАМС АМК-04 превосходит известные отечественные аналоги по температурному рабочему диапазону и надёжности работы в особых условиях – в

тяжёлых климатических условиях Арктики, в составе мобильных измерительных комплексов военного назначения и пр. (ИМКЭС СО РАН)

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Технические решения, использованные в УАМС АМК-04, защищены патентами на изобретения РФ:

– В.А. Корольков. Патент РФ №2725528 «Ультразвуковой 3D-анемометр с каналом контроля функционирования» Гос. регистрация в Гос. реестре изобретений 02.07.2020 г.

– В.А. Корольков. Патент РФ №2699939 «Ультразвуковой анемометр» Бюл. № 26, 2019 г.

– Корольков В.А., Тельминов А.Е. Патент РФ №147970 «Конструкция несущей арматуры электроакустических преобразователей ультразвукового 3D-анемометра». Бюл. № 32, 2014 г.

– Азбукин А.А., Богушевич А.Я., Ильичевский В.С., Корольков В.А., Шелевой В.Д. Патент РФ № 2319987. «Ультразвуковой термоанемометр с устройством автоматического восстановления точностных характеристик измерений». Бюл. №8, 2008 г.



Рис. 84. ИСДМ «Земледелие» и ТОС-2 на Параде Победы на Красной площади в Москве 24.06.2020 (стрелками показаны места установки бортового метеокомплекса 1Б65Б на основе УАМС АМК-03 (АМК-04))

33. Многоканальная система измерения вертикальных перемещений пролётных строений «Фаза-1Т»

Краткая характеристика основных технических параметров. Количество измеряемых каналов – 10; предел допускаемой погрешности – 10 мкм; частотный диапазон измеряемых перемещений – (0–40) Гц.

Область возможного применения. Система может применяться для измерения любых вертикальных перемещений, но целевым потребителем являются организации, занимающиеся строительством, эксплуатацией и экспертной оценкой состояния искусственных сооружений на автомобильных дорогах и путях сообщения.

Степень готовности разработки к практическому применению. Система сертифицирована (Свидетельство об утверждении типа средств измерения RU.C.27.007A № 71407) и полностью готова к практическому применению. Поставляется на хозяйственной основе организациям, занимающимся экс-

пресс-диагностикой и экспертизой технического состояния искусственных сооружений (мостов, путепроводов, виадуков, труб и т.д.).

Возможный технический и экономический эффект от внедрения. Технический эффект достигается высокой автоматизацией измерений и обработки данных, что повышает безопасность проведения работ, оперативность и исключает субъективные ошибки. Экономический эффект обусловлен низкой стоимостью оборудования, высокой производительностью труда и возможностью проведения большей части работ, связанных с подготовкой к испытаниям и испытаниям искусственных сооружений на дорогах, без остановки транспортного потока.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Принцип работы измерительных датчиков основан на акустической локации. Для повышения точности измерения в системе, в отличие от прототипов, обеспечен непрерывный контроль температуры внутри каждого датчика и исключено влияние внешних факторов, связанных с флуктуацией свойств среды прохождения звуковой волны. В отличие от систем механических измерений перемещений и систем, основанных на пьезоэлектрических или индуктивных датчиках, система позволяет одновременно вести контроль динамических и статических перемещений, обладает меньшей погрешностью и полностью автоматизирована. В отличие от систем оптического контроля система «Фаза-1Т» (рис. 85) не зависит от погодных условий и обладает себестоимостью ниже себестоимости систем оптического контроля не менее, чем в 10 раз.

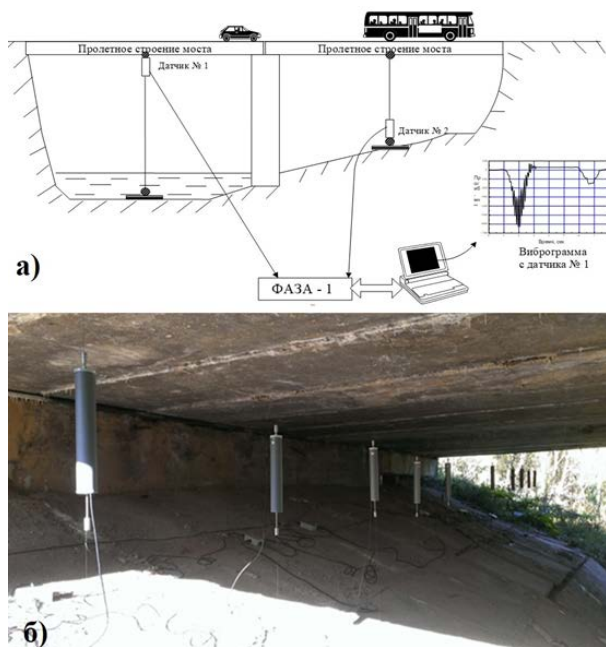


Рис. 85. а) Схема измерений вертикальных перемещений пролётных строений моста с использованием системы «Фаза»; б) Иллюстрация испытаний пролётного строения автомобильного моста многоканальной системой измерения вертикальных перемещений пролётных строений моста «Фаза-1Т»

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Для расчёта статических и динамических характеристик пролётных строений, необходимых для оценки грузоподъёмности и остаточного ресурса искусственных сооружений, используется программное обеспечение с защищёнными авторскими правами. (ИМКЭС СО РАН)

34. Технология работ по проведению мер борьбы с новым инвазивным вредителем союзным короедом *Ips amitinus* в припоселковых кедровниках Западной Сибири

Разработка осуществлялась по заданию Федерального агентства лесного хозяйства.

Краткая характеристика основных технических параметров. Разработана система мероприятий и техника их применения для регуляции численности и снижения вредоносности союзного короеда – нового чужеродного стволового вредителя в лесах Западной Сибири, вызывающего усыхание кедра сибирского. В том числе: использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга распространения вредителя и оценки повреждения насаждений (рис. 86а, б); проведение санитарно-оздоровительных мероприятий; рекомендации по организации феромонного надзора (рис. 86в) за инвазивными популяциями и использованию биологического метода защиты.

Область возможного использования – в лесном хозяйстве Сибири для организации защиты орехово-промысловых насаждений, генрезерватов кедра сибирского и памятников природы регионального значения от агрессивного инвазивного вида насекомых.

Степень готовности разработки к практическому применению. Отдельные элементы технологии (оценка состояния насаждений с использованием БПЛА, использование феромонных ловушек для снижения численности вредителя) апробированы в 2020 году в припоселковых кедровниках Томской и Кемеровской областей. В полном объёме мероприятий данная технология может быть готова к практическому применению после снятия законодательных ограничений на проведение санитарных рубок в орехово-промысловых зонах, без чего невозможно сдерживание распространения вредителя в Сибири.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Сохранение экосистемных и ресурсных функций припоселковых кедровников – ценных лесов, имеющих уникальный породный состав насаждений, выполняющих важные защитные функции в сложных природных условиях, имеющих исключительное научное и историко-культурное значение, являющихся сырьевой базой для заготовки кедровых орехов, в том числе в рамках традиционного природопользования местного населения.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Новизна технологии состоит в экологическом обосновании стратегии защиты таёжных лесов от опасного чужеродного вредителя с учётом детального анализа собственных оригинальных данных о биологии и экологии союзного короеда в условиях Сибири, использования новых методов оценки состояния насажде-

ний и оценки экономической целесообразности конкретных мероприятий в современных условиях.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Патентоспособными являются предложенные новые методы определения и оценки состояния кедровых насаждений в очагах ранее неизвестного в Сибири вредителя кедр. (ИМКЭС СО РАН).



Рис. 86. а) Подготовка БПЛА к работе; б) снимок с БПЛА повреждённого кедровника; в) феромонная ловушка

35. Комплекс методов анализа результатов маркшейдерско-геодезических наблюдений на Пыть-Яхском геодинамическом полигоне

Авторы: Мисюрёв Д.А., Васильев Ю.В., Иноземцев Д.П.

В Западно-Сибирском филиале ИНГГ СО РАН разработан комплекс методов анализа результатов маркшейдерско-геодезических наблюдений на

Пыть-Яхском геодинамическом полигоне (рис. 87).

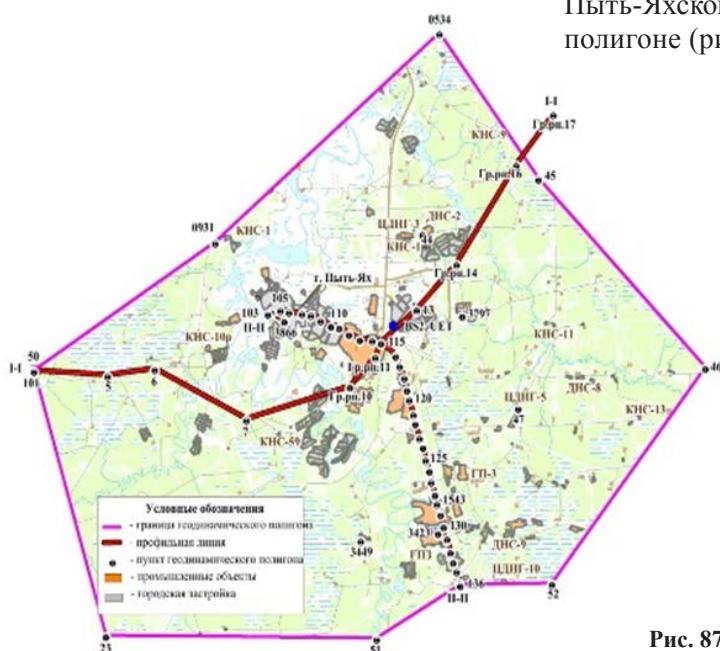


Рис. 87. Обзорная схема полигона

Оценена и продемонстрирована возможность применения результатов геодинамического мониторинга в целях обеспечения промышленной безопасности объектов городской застройки г. Пыть-Ях от негативного влияния разработки на Мамонтовском месторождении нефти. Обобщены эмпирические материалы по современным геодеформационным процессам. В качестве основных методов анализа использовались: геометрическое нивелирование II класса точности высокоточных спутниковых наблюдений, спутниковой радарной интерферометрии и высокоточной гравиметрии, методы интерпретации первичной информации.

Выявленная зона поднятия центральной части геодинамического полигона, в которой располагаются основные промышленные объекты и городская застройка, не угрожает безопасной эксплуатации г. Пыть-Ях. (ИНГГ СО РАН)

Публикация:

Мисюрев Д.А., Васильев Ю.В., Иноземцев Д.П. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2020. № 1, С. 30–41.

36. Разработка комплекса мер контроля фильтрации хвостохранилищ горнодобывающего предприятия

Авторы: Юркевич Ник.В., Юркевич Н.В., Гуреев В.Н., Мазов Н.А.

Краткое описание.

Разработана технология тампонирувания трещин в массиве горных пород для укрепления дамбы хвостохранилища, включающая последовательное добавление в скважину различных компонентов: пульпы (смесь технологической воды и измельчённой отработанной породы), раствора поливинилового спирта, двухкомпонентных смол и буры. Особенностью разработки является возможность использования тампонажной смеси при больших расходах фильтрующей через трещину жидкости: процесс полимеризации растянут по времени, тампонируванию подвергается система мелких, средних и крупных трещин на значительном удалении от скважины, коэффициент фильтрации снижается в 1200 раз. На рис. 88 приведён пример взаимодействия пульпы с самозатвердевающей смолой, её увеличение в объёме и создании гидроизоляционной пробки.

Краткая характеристика основных технических параметров.

Формирование предлагаемого композитного массива положительно скажется на состоянии пород основания, так как позволит уменьшить объём фильтрации на 2–3 порядка за 1 сутки и, как следствие, снизить объёмы растворимых пород, а также стабилизировать уже образовавшиеся системы открытых трещин.

Область возможного использования.

Тампонирувание провалов и трещин для снижения фильтрации вод из хвостохранилищ через горный массив, укрепление увлажнённых грунтов, предотвращение утечек воды, гидроизоляция.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Разработка готова к практическому применению.

Экономический эффект от внедрения достигается за счёт сокращения числа нагнетательных скважин, уменьшения расхода тампонирующего материала и итоговой стоимости композита по сравнению с другими материалами (силикатные микроцементы, однокомпонентные полиуретановые смолы).

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Исследования патентоспособности запланированы на 2021 г.

Юркевич Ник.В., Юркевич Н.В., Гуреев В.Н., Мазов Н.А. Проблемы контроля фильтрации вод через гидротехнические сооружения в условиях вечной мерзлоты // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 4. – С. 126-138 (ИНГГ СО РАН).

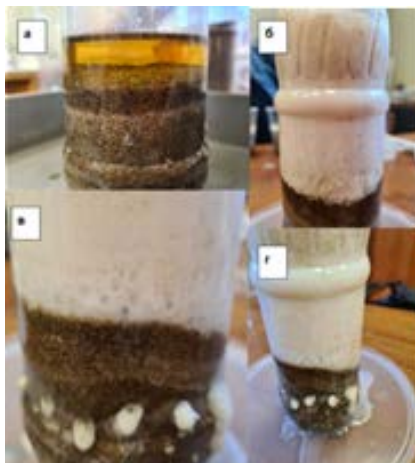


Рис. 88. Результат тампонирования увлажнённых песков смолой. а – начало опыта, б – через 1.5 минуты, в – через 1 час, г – через 24 часа

37. Лабораторный стенд для моделирования газожидкостного потока, имитирующий работу газовой скважины

Авторы: Ельцов И.Н., Манштейн А.К., Власов А.А., Соколов П.А.

Стенд предназначен для проверки технических решений и уточнения характеристик разрабатываемых устройств электрофизического контроля обводнения скважин. На стенде выполняются измерения удельного электрического сопротивления растворов солей малых концентраций жидкости в потоке газа с помощью специально разработанного концентратора и измерительной ячейки.

На стенде испытан разработанный в институте прибор для оперативного определения концентрации солей в сопутствующей воде при добыче газа. Измеритель прошёл первые производственные испытания на газовом промысле месторождения Медвежье. Результаты полевых испытаний измерителя представлены на рис. 89. По измерениям можно оперативно определить генезис выносимой с газом жидкости (техногенной, пластовой, конденсационной) даже при очень малых концентрациях в режиме реального времени, что дает возможность оперативно реагировать на различные сценарии добычи газа.

Устройство применяется в НИР по заказу ПАО ГАЗПРОМ «Разработка технических решений для комплексного мониторинга генезиса вод эксплуатационных скважин нефтегазоконденсатных месторождений на основе гидрохимических и электрофизических методов» на нефтегазоконденсатных месторождениях ООО «Газпром добыча Надым».

Выполняется работа по патентной защите разработки.

Основные технические характеристики лабораторного стенда:

- Наружные габариты трубного контура, мм – 3 250×1 800;
- Материал труб, фланцев – нержавеющая сталь типа 08Х22Н6Т, 08Х18Г8Н2Т;
- Внутренний диаметр труб, мм – 100 и 200;
- Скорость потока воздушно-водяной смеси внутри приборного узла, м/с – 0–15;

- Давление внутри труб, бар – 1–3;
- Температура внутри труб, °С – 0–50;
- Удельное содержание жидкости в смеси, см³/м³ – 1–200;
- Воздуходувка марки ВР 132-30 № 4,5;
- Питание стенда устьевого прибора от трёхфазной сети – 50 Гц.

Публикация:

Пермяков В.С., Манштейн А.К., Ельцов И.Н., Юркевич Н.В. Контроль за обводнением газовых скважин по удельной электрической проводимости жидкой фазы водогазового потока // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2020. – № 5 (341). – С. 52–57.

Разработчик: ИНГГ СО РАН.

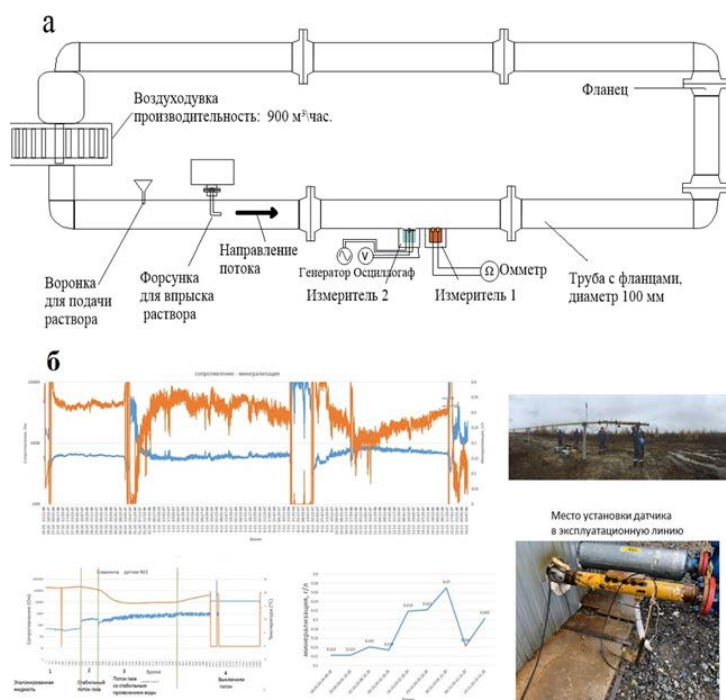


Рис. 89. а – схема стенда для моделирования газожидкостного потока; б – результаты полевых испытаний измерителя

38. Метод направленного гидроразрыва кровли горных пород в угольных шахтах

Неожиданные неуправляемые динамические обрушения прочных кровель наносят большой вред – опасны для людей, разрушают механизмы и горные выработки. Зависание труднообрушающейся кровли увеличивает напряжения в краевой части пласта очистного забоя и на сопряжениях его с горными выработками, что провоцирует и вызывает динамические и газодинамические явления. Это приводит к разрушению горных выработок и соответственно к нарушению нормального режима работы добычного транспорта и проветривания забоев.

Предложена уникальная технология – метод направленного гидроразрыва кровли (НГР), который не имеет аналогов в мире и позволяет эффективно решать проблемы борьбы с динамическими проявлениями горного давления. В развитии технологии разработан и введён в использование национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 58869-2020.

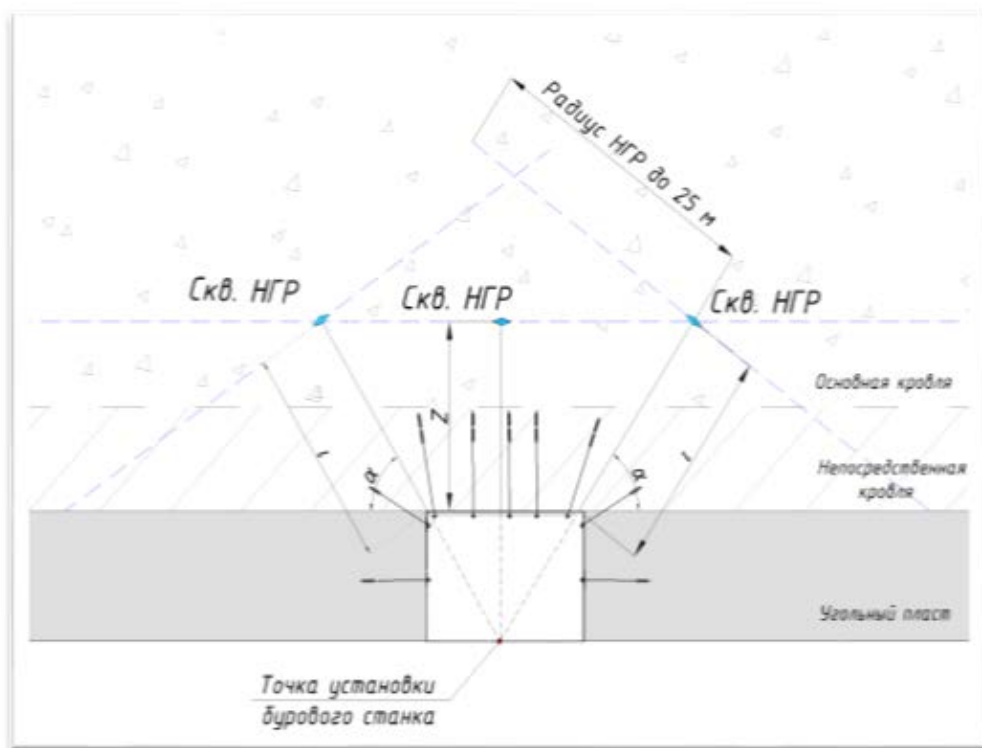
Стандарт устанавливает основные требования по выбору технологических схем и параметров заложения скважин при проведении работ по разупрочнению пород кровли в угольных шахтах методом НГР. Метод применяется для управления кровлей полным обрушением при разработке угольных пластов. Создание в прочном породном массиве ориентированных направленных трещин позволяет эффективно управлять горным давлением.

Стандартом определены: принципиальная схема расположения скважин направленного гидроразрыва (рис. 90); общие требования к применению ме-

тода направленного гидроразрыва; технологические схемы направленного гидроразрыва; классификация технологических схем; общие технологические схемы направленного гидроразрыва предварительного и оперативного разупрочнения кровли; расчёт параметров заложения скважин направленного гидроразрыва и глубины заложения инициирующей щели; порядок и организация работ по направленному гидроразрыву; нарезание инициирующей щели; нагнетание рабочей жидкости в скважину; организация работ; необходимое оборудование; требования безопасности при выполнении работ к персоналу.

Разработчик: Институт угля
ФИЦ УУХ СО РАН





α – угол наклона скважины; t – длина скважины; Z – глубина заложения скважины

Рис. 90. Общая схема расположения скважин НГР

39. Комплексное научно-популярное пособие «Уголь Кузбасса – чёрное золото России»

Разработано и внедрено в практику уникальное адаптированное для людей с ограниченными возможностями зрения научно-популярное пособие (рис. 91). Социально значимый проект по созданию пособия реализован совместно со специалистами ГКУК «Кемеровская областная специальная библиотека для незрячих и слабовидящих». Пособие передано в Кемеровскую областную специальную библиотеку для незрячих и слабовидящих с целью передвижного использования специализированными учреждениями региона в просветительных и образовательных целях.

Научная информация, изложенная понятным языком, интересна широкому кругу целевых читателей: от аудитории младшего школьного возраста до старшего поколения, желающих расширить свой кругозор аспектами естественно-научных знаний в области наук о Земле. В состав комплексного научно-популярного пособия входят следующие элементы (рис. 91А.):

- Адаптированное для слабовидящих крупношрифтовое иллюстрированное издание;

- Брайлевская транскрипция пособия с тактильно-графическими изображениями;
- «Говорящая книга» для нефлотехнической специализированной аппаратуры;
- DVD-диск с аудио-версией пособия;
- Методическая часть – аннотированная коллекция углей, горных пород и палеонтологических объектов для тактильного изучения.

Разработка в 2020 году представлялась Государственным казённым учреждением культуры «Специальная библиотека Кузбасса для незрячих и слабовидящих» на Всероссийском конкурсе «100 лучших товаров России», где на Федеральном этапе получила Диплом № 2020420102701.

Сведения об опубликовании:

Кравцова Л.А. Уголь Кузбасса – чёрное золото России: научно-популярное издание / Л.А. Кравцова; ИУ СО РАН; ФИЦ УУХ СО РАН. – Кемерово, 2020. – 20 с.: ил. – Текст: непосредственный.

Разработчик: Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН.

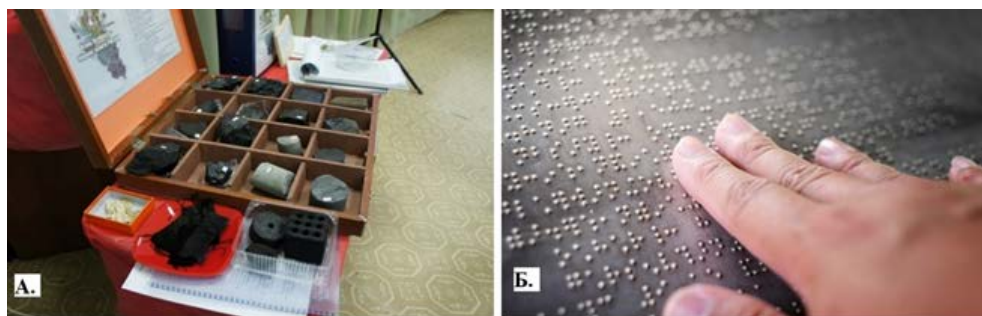


Рис. 91. А. Элементы комплексного научно-популярного пособия «Уголь Кузбасса – чёрное золото России»; Б. Брайлевская транскрипция пособия с тактильно-графическими изображениями

40. Устройство для оперативного измерения газоносности угольного пласта и мониторинга его газодинамических (энергетических) показателей

Низкая точность определения газоносности с применением существующих методов прямого замера газоносности угольного пласта из горных выработок с применением керноотборников, в первую очередь, связана с определением объёма упущенного газа до момента герметизации керна.

В Институте угля созданы метод и устройство для замера газоносности угольного пласта (рис. 92), обеспечивающие высокую точность измерения и полный замер содержащегося в пробе газа с момента её выбуривания (при бурении шпура на расстоянии 4–6 метров от кромки пласта в забое подготовительной выработки) и до герметизации в штыбоприемник. Устройство предлагается к применению на угледобывающих предприятиях для высокоточного оперативного прямого метода замера газоносности угольного пласта для обо-

снования безопасных параметров проведения горных работ. Также предназначено для научных и инженерно-технических работников, занятых экспериментальными исследованиями свойств природного «углеметана», устройство позволяет фиксировать до 20-ти газокинетических и газодинамических характеристик «природного углеметана».

Высокая точность измерения газоносности обеспечивается усовершенствованной системой герметизации (предмет патентования, декабрь 2020) и возможностью разделения газовых потоков из штыба и стенки шпура с применением автономной микропроцессорной системы.

Разработчик: Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН.

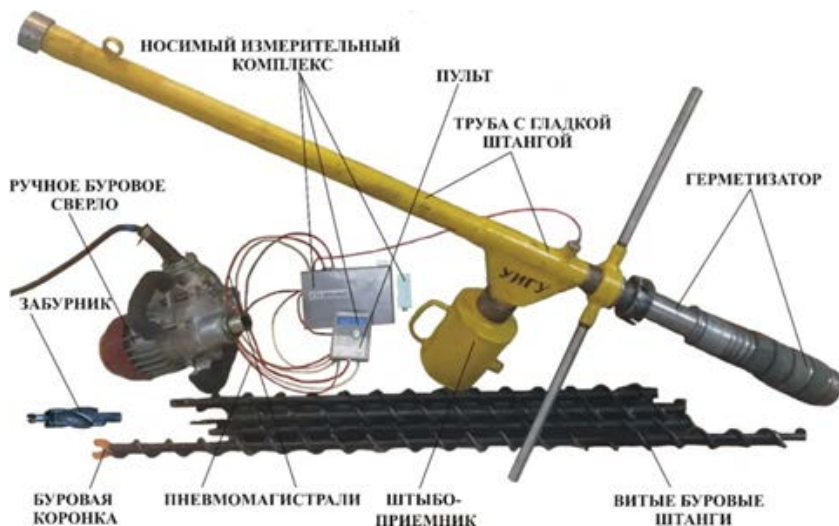


Рис. 92. Устройство для оперативного измерения газоносности угольного пласта и мониторинга его газодинамических (энергетических) показателей»

41. Количественный химический анализа вод. Методика определения индикаторных конгенов полихлорированных бифенилов в пробах поверхностных и глубинных вод озера Байкал методом хромато-масс-спектрометрии с детектированием в режиме мониторинга заданных реакций

Краткие характеристики основных технических параметров. Количественное определение семи индикаторных конгенов полихлорированных бифенилов (№ по ИЮПАК: 28, 52, 101, 118, 153, 138 и 180) в диапазоне измерения массовой концентрации от 0.010 до 50 нг/л с относительной погрешностью ($\pm \delta$ 35–10%, $P = 0,95$).

Область возможного использования. Мониторинг ПХБ² на ультраследовом уровне концентраций в поверхностных и глубинных водах с фоновым уровнем загрязнения.

² ПХБ – полихлорбифенилы

Степень готовности разработки к практическому применению. Методика аттестована Федеральным государственным унитарным предприятием «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИ-ИМ»). Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 222.0244/RA.RU.311866/2018.

Возможность технического и (или) экономического эффекта от внедрения. Применение метода изотопного разбавления при количественном определении, метода ГХ-МС/МС в аналитическом окончании методики обеспечивает более высокую точность и надёжность измерений.

Сравнительная характеристика с известными разработками. Действующий государственный стандарт, ГОСТ Р 54503-2011 обеспечивает определение ПХБ в поверхностных водах в диапазоне концентраций, нижняя граница которого (2,0 нг/г; $\pm \delta$ 40%; $P = 0,95$) на два порядка величины выше, чем в разработанной методике.

Методика введена в Федеральный Информационный Фонд по Обеспечению Единства Измерений, ФР.1.31.2020.36324.

Разработчик: ЛИН СО РАН.

42. Методика измерений массовых долей концентраций конгенеров полихлорированных бифенилов в образцах рыбы (омуль) озера Байкал методом хромато-масс-спектрометрии с детектированием в режиме мониторинга заданных реакций

Краткие характеристики основных технических параметров. Количественное определение семи индикаторных конгенеров полихлорированных бифенилов (№ по ИЮПАК: 28, 52, 101, 118, 153, 138 и 180) в мышечной ткани байкальского омуля (*S. migratorius*, Georgi, 1775) в диапазоне массовой концентрации от 0,1 до 15 нг/г (сырая масса) с относительной погрешностью ($\pm \delta$, $P = 0,95$) 24–28% и 45% (конгенер № 180).

Область возможного использования. Биомониторинг полихлорированных бифенилов в водной экосистеме озера Байкал с применением байкальского омуля в качестве биомонитора.

Степень готовности разработки к практическому применению. Методика аттестована Федеральным государственным унитарным предприятием «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИ-ИМ»). Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 222.0156/RA.RU.311866/2020.

Возможность технического и (или) экономического эффекта от внедрения.

Применение в качестве биомонитора омуля – промыслового вида байкальских рыб обеспечивает высокую рентабельность отбора проб и оценку качества вод водоёма.

Сравнительная характеристика с известными разработками. Применение метода изотопного разбавления при количественном определении, метода ГХ-МС/МС в аналитическом окончании методики обеспечивает сопоставимую точность и более высокую надёжность измерений на более низком уровне содержания ПХБ (0,1 нг/г, сырая масса) в мышечной ткани рыб (омуля),

чем по методике действующего государственного стандарта, ГОСТ 31983-2012 (1,0 нг/г, сырая масса).

Разработчик: ЛИН СО РАН

43. Модификация метода фазово-равновесной дегазации определения наноконцентраций растворенного в воде метана

Краткие характеристики основных технических параметров. Модификация методики парофазного равновесия для определения низких концентраций растворённого в природной воде метана основана на законе сохранения его массы в закрытой системе, а также на газовых законах. Разработанная модификация метода статического парофазного равновесия с контролем давления и температуры в закрытой системе «газовая фаза – водный раствор атмосферных газов» позволяет получать устойчивые значения концентрации растворённого в природной воде метана при его содержании менее 500 нл/л. Результаты анализа не зависят от соотношения объёмов водной и газовой фаз. Измеряемые параметры и их разрешающая способность: а) давление – 0,01 кПа; б) температура воды – 0,01°C; в) концентрация метана – $\pm 5\%$.

Область возможного использования. Формирование газового состава поверхностных природных вод происходит при взаимодействии водоёмов с атмосферой, биохимических процессах в водной толще и донных отложениях, а также при метаморфизации горных пород. В условиях глобального потепления и изменения концентраций парниковых газов в атмосфере изучение содержания и распределения углекислого газа и метана в Мировом океане и внутриконтинентальных водоёмах представляет несомненный научный и практический интерес. Эта модификация парофазного метода может применяться при определении низких концентраций летучих компонентов в водном растворе (малые газы, компоненты загрязнения). Может использоваться в океанологической и лимнологической практике.

Степень готовности разработки к практическому применению. Методика полностью готова. В настоящее время используется на озере Байкал.

Возможность технического и (или) экономического эффекта от внедрения. Полностью открыт алгоритм расчёта концентрации метана, основанный на законе сохранения его массы в закрытой системе и газовых законах. Нижняя граница диапазона измерения концентрации метана в воде определяется разрешающей способностью хроматографа. Модификация методики может быть интересна для научно-исследовательских институтов, занимающихся изучением внутренних водоёмов и Мирового океана.

Сравнительная характеристика с известными разработками. По точности измерения концентрации метана в воде разработанная модификация методики соответствует мировым аналогам, а в диапазоне от 10 до 500 нл/л их превосходит. Полученные с помощью данной методики результаты хорошо согласуются с данными двукратной вакуумной дегазации. В отличие от метода вакуумной дегазации, данная модификация не требует оценки полноты извлечения метана из пробы.

Разработчик: ЛИН СО РАН

44. Разработка и адаптация технологий для научно-популярного портала «История Земли: геологический ракурс»

В ГГМ РАН в отчётный период проведены работы по разработке и адаптации методов и технологий для разработки научно-популярного портала «История Земли: геологический ракурс». Портал доступен в Интернете по адресу: <https://popularscience.earth/> (рис. 93).

Проект Музея ставит своей основной целью популяризацию современных геологических знаний по истории Земли путём представления на интернет-портале. Важными аспектами при создании портала являются дружественный пользовательский интерфейс, интерактивное взаимодействие с пользователем, виртуальная реальность, современные способы визуализации различных видов информации, простота подачи информации и компьютерная привлекательность для пользователей современного «цифрового» сообщества.

Основой информационного наполнения портала являются современные научные публикации и разработки в разных разделах геологии: палеонтология, геодинамика, магматизм, осадконакопление и рельеф, гидросфера, атмосфера и климат, биосфера, полезные ископаемые. Используются также современные научные достижения в области реконструкции движения литосферных плит, исследования вулканов, геологических разрезов. Дополнительно привлекается накопленный научный материал Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН (Черкасов и др., 2018).

Работы выполняются в рамках Государственного задания ГГМ РАН по Теме № 0140-2019-0005 «Разработка информационной среды интеграции данных естественнонаучных музеев и сервисов их обработки для наук о Земле», а также при спонсорском участии ПАО «ГМК Норникель».

Публикации:

А.Е. Еременко, В.В. Наумова, А.А. Загуменнов, В.С. Ерёменко, А.Н. Злобина. Популяризация геологических знаний: Интернет-портал «История Земли» // (подготовлена к печати)

Разработчик: ГГМ РАН.



Рис. 93. Раздел Портала «История Земли» – «Музейные образцы»

45. Впервые на количественном уровне был установлен потенциал стратегических металлов и оценена комплексность эвдиалитовых руд Ловозерского редкометального месторождения (Восток Фенноскандии) для использования в промышленности редкоземельных элементов, Zr, Sc, Hf, U, Th, Mn

Руководитель: академик Когарко Л.Н.

Исследовано около 600 образцов рудного эвдиалита, собранных по всему разрезу Ловозерского месторождения, включая все разновидности нефелиновых сиенитов, эвдиалитовые руды и пегматиты. Полученный аналитический материал дал возможность оценить и сравнить редкоземельные ресурсы лопаритоносного комплекса (2000 м), Эвдиалитового месторождения (450 м) Ловозеро и апатитовые руды Хибин. Замечательной особенностью рудного эвдиалита являются повышенные концентрации тяжёлых редких земель, что резко повышает их стоимость (рис. 94).

В вертикальном разрезе массива в эвдиалитах отмечается заметный рост суммы редких земель, падение отношения LREE/HREE, увеличение содержания Sr, Hf, Sc, радиоактивных элементов, уменьшение Fe/Mn отношения. Эвдиалитовые руды являются комплексным сырьем, богатым помимо циркония и редких земель такими стратегическими металлами, как Sc, Hf, U, Th, Mn.

Наиболее перспективные элементы-примеси для использования в промышленности являются Hf – 2076 г.т, Sc – 483 г.т, U – 47.6 г.т.

Публикация:

Kogarko L., Nielsen T.F.D. Chemical Composition and Petrogenetic Implications of Eudialyte-Group Mineral in the Peralkaline Lovozero Complex, Kola Peninsula, Russia // Minerals 2020, 10, 1036; DOI:10.3390/min10111036. Q2.

Разработчик: ГЕОХИ РАН.

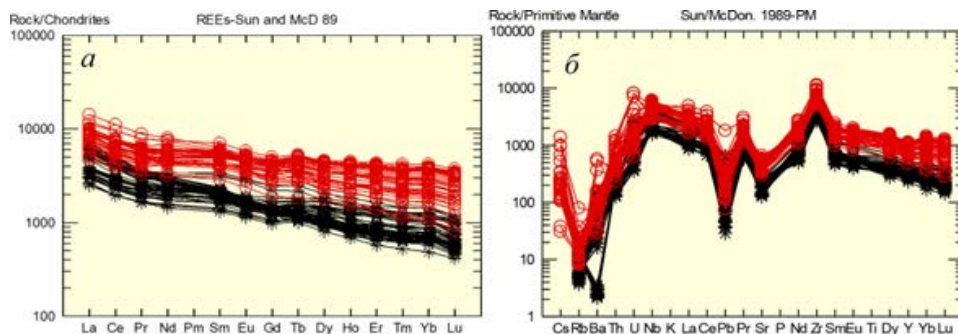


Рис. 94. а – Распределение РЗЭ в Ловозерском эвдиалите II фазы (чёрный) и III фазы (красный); б – Спайдерграмма эвдиалитов II фазы (чёрные) и рудного комплекса (красные) Ловозеро

46. Метод автоматического 3D- картирования месторождений без эталонной выборки по данным химического состава пород

Разработан метод автоматического 3D-картирования месторождений без эталонной выборки по данным химического состава пород, что повышает точ-

ность моделирования, предсказуемость состояния недр и, как следствие, снижает ошибки при разработке месторождений.

Автор: Калашников А.О.

Метод позволяет при моделировании рудных месторождений опираться только на количественные (статистические и геостатистические) параметры, общая схема реализации метода показана на рис. 95. Это повышает точность моделирования, предсказуемость состояния недр и, как следствие, снижает ошибки при разработке месторождений. Кроме того, это один из первых примеров по обработке «больших данных» по рудным месторождениям методами машинного обучения (а именно, искусственной нейронной сетью). Таким образом, эта работа продвигает геологию в сторону цифровизации и «Умной индустрии». Работа востребована горнорудной промышленностью – с 2007 года различные его аспекты использовались в работах, выполненных по заказу горнодобывающих предприятий: АО «Ковдорский ГОК» и АО «Апатит», а также при разведке золото-железородного месторождения Сахаваара (Швеция).

Разработка может применяться для моделирования месторождений при проведении разведочных работ на рудных месторождениях и их постановке на баланс в Государственной комиссии по запасам (Роснедра), при эксплуатационной разведке на разрабатываемых месторождениях. Разработанный подход готов к практическому применению.

Аналогичные подходы к автоматическому моделированию месторождений, во-первых, требуют экспертных решений, т.е. не являются полностью «основанными на данных» (data-driven) и несут в себе мнение геолога о процессах формирования объекта; и, во-вторых, методологически не связаны с прогнозированием других свойств рудного вещества, как, например, химический состав рудных минералов, средний размер их зерен, взаимоотношения с другими минералами и с прогнозированием поведения данного типа руд в процессе обогащения. Вторая задача решается в рамках концепции «геометаллургического моделирования».

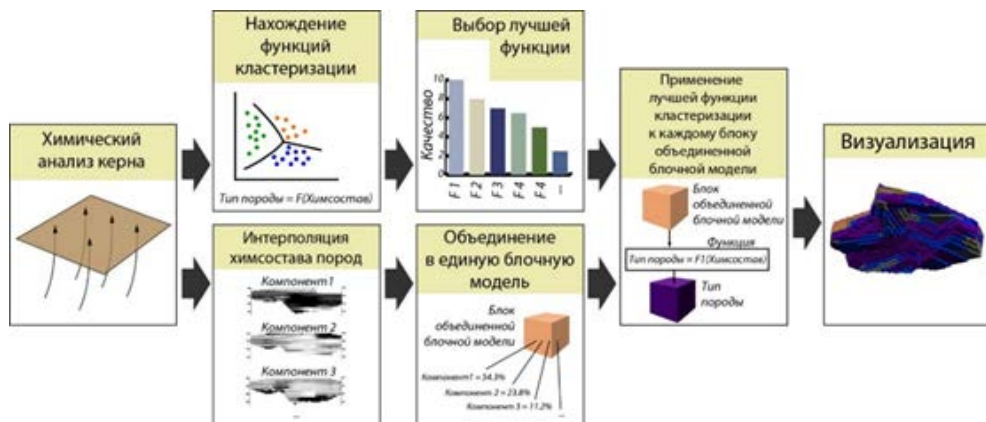


Рис. 95. Схема автоматического 3D-картирования на основе геохимических данных без эталонной выборки

Публикация:

Kalashnikov A.O., Nikulin I.I., Stepenshchikov D.G. Unsupervised geochemical classification and automatic 3D mapping of the Bolshetroitskoe high-grade iron ore deposit (Belgorod Region, Russia) // Scientific Reports. 2020. 10. 17861. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74505-y>

Разработчик: ГИ КНЦ РАН.

47. Система микросейсмического мониторинга прибортового пространства глубокого Ковдорского карьера

Разработана и введена в эксплуатацию система микросейсмического мониторинга прибортового пространства глубокого Ковдорского карьера, обеспечивающая прогноз опасных динамических явлений в его рабочей зоне за счёт контроля зон разрушения массива посредством сейсмодатчиков в глубоких скважинах.

Авторы: д.т.н. Козырев А.А., Каган М.М., Панасенко И.Г., Чернобров Д.С.

Госзадание № 0226-2019-0058 «Исследование процессов организации и локализации опасных зон в геологической среде при крупномасштабном техногенном воздействии горных работ в Северо-западной части Арктической зоны РФ».

Применение в системе сейсмосети на основе сейсмодатчиков, установленных в глубоких наклонных скважинах, с устьями, расположенными на поверхности за пределами карьера, установленного на конечный контур, позволяет обеспечить длительный срок жизни сейсмической сети, не зависящий от проводимых горных работ на борту карьера. Система обеспечивает длительный устойчивый непрерывный контроль микроразрушений практически по всему прибортовому массиву карьера и позволяет заблаговременно выявлять процессы формирования поверхностей ослабления, по которым возможен сдвиг крупных породных блоков.

Система может быть применена при отработке карьеров в скальных массивах с развитой трещиноватостью.

Система практически реализована в карьере рудника «Железный» Ковдорского ГОКа на основе сейсмической сети из 12 датчиков, установленных в 4-х глубоких наклонных скважинах с устьями, расположенными на поверхности за пределами карьера, установленного на конечный контур (рис. 96 А).

В процессе опытной эксплуатации системы с использованием методов кластерного анализа выявлена наиболее опасная зона в нижней части юго-западного участка борта под дном карьера на глубинах от -250 м до -350 м с проявлением мощных событий с энергией более 105 Дж и частичным проявлением обрушений участков борта над выявленной сейсмоактивной зоной (рис. 96 Б). Можно полагать, что повышенная сейсмоактивность под дном карьера в юго-западной его части обусловлена активизацией геологических структур в процессе формирования контура карьера, затрагивающей и вышележащие участки борта.

Применение системы позволяет заблаговременно выявлять процессы формирования поверхностей ослабления в прибортовом массиве карьера, по кото-

рым возможен сдвиг крупных породных блоков. Как следствие, уменьшается возможность неконтролируемых нарушений бортов карьера.

Система микросейсмического мониторинга бортов карьера на основе глубоких наклонных скважин с устьями, расположенными на поверхности за пределами карьера, установленного на конечный контур, применена впервые в мировой практике.

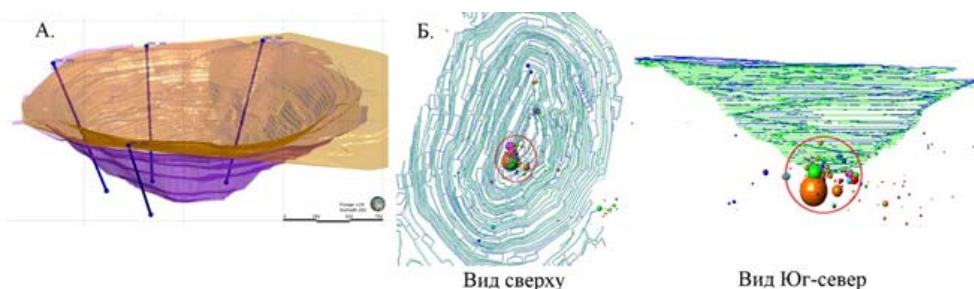


Рис. 96. А. Расположение скважин для установки сейсмических датчиков в прибортовом массиве карьера. Б. Пространственное распределение естественных сейсмических событий в прибортовом массиве карьера (2020 год). Сейсмические события обозначены кружками, размер которых определяется линейными размерами очагов сейсмособытий

Разработчик: ГоИ КНЦ РАН.

48. Инфразвуковой комплекс мониторинга лавинной активности

В 2020 году Кольским филиалом ФИЦ ЕГС РАН установлен первый в России экспериментальный инфразвуковой комплекс мониторинга лавинной активности. Инфразвуковая группа из трёх микробарографов расположена на территории Полярно-альпийского ботанического сада-института вблизи г. Кировск в Хибинском горном массиве. Комплекс также включает в себя автоматический детектор инфразвуковых сигналов QACD. Для программы QACD получено Свидетельство о государственной регистрации № 2020617035 от 30.06.2020. Программно-аппаратный комплекс позволяет регистрировать низкочастотные акустические колебания, порождаемые движением снежной массы по склону, на расстояниях до 5 км от лавинного очага.

По статистике многолетних наблюдений Хибинский горный массив является одним из мест на территории России, где зафиксировано наибольшее число жертв и наибольший урон от лавинных проявлений.

Методика регистрации схода снежных лавин по данным инфразвуковых наблюдений отработывалась в ходе экспериментальных работ в Хибинах в 2018–2020 годах, а также на п-ове Камчатка, где подобный комплекс разворачивался по временной схеме в долине реки Паратунка на лавинный сезон 2019–2020 гг. В результате экспериментов на п-ове Камчатка и в Хибинах была подтверждена высокая эффективность комплекса при решении задачи оперативного обнаружения фактов схода снежных лавин и его высокая степень готовности к практическому применению и тиражированию.

В октябре 2020 года Кольским филиалом ФИЦ ЕГС РАН и Службой лавинной безопасности МКУ «Управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города Кировска» заключено соглашение об информационном взаимодействии с целью контроля схода снежных лавин, определения параметров чрезвычайных ситуаций и аварий и их последствий, связанных со сходом снежных лавин.

Также в 2020 году начаты работы по возведению второго подобного экспериментального комплекса в туристической зоне долины реки Паратунка для отработки методов и процедур оперативного обнаружения и информирования ответственных служб о фактах схода снежных лавин на Камчатке.

Аналоги комплексов инфразвуковой регистрации лавинной активности существуют в Швейцарии и Италии и даже представлены в виде коммерческих продуктов, предлагаемых организациям, эксплуатирующим горнолыжные курорты: IDA (infrasound detection avalanche), разработка швейцарской компании Wyssen, автоматическая система предупреждения о лавинах итальянской компании iTem. В России разработки ФИЦ ЕГС РАН по инфразвуковому контролю сходов снежных лавин являются пионерными.

Действующий в Хибинах экспериментальный инфразвуковой комплекс уже сейчас позволяет в автоматическом режиме регистрировать сигналы, порождаемые сходом снежной массы со склонов вблизи г. Кировск, и отрабатывать методические основы автоматического распознавания и локализации мест схода лавин. Информация, оперативно поступающая от созданного комплекса, в дальнейшем позволит сократить время реагирования ответственных служб на факты схода снежных лавин и оказание помощи возможным жертвам. Накопление представительных данных о лавинных проявлениях в будущем также позволит продвинуться в решении вопроса прогноза лавинной опасности.

Разработчик: ФИЦ ЕГС РАН.

49. Разработка способов мониторинга целостности конструкций сооружений и их оснований по результатам анализа изменений параметров собственных колебаний

Сейсмостойкость зданий рассчитывается в период их проектирования только по горизонтальным собственным колебаниям, но известны случаи, когда при крупных землетрясениях здания рушатся от вертикальных колебаний.

Осуществлено развитие методики исследования стоячих волн в зданиях и сооружениях. В интерпретации данных метода стоячих волн сформулированы принципы качественной интерпретации и подходы к количественной интерпретации. Обоснована необходимость изучения вертикальных собственных колебаний зданий, вызывающих в ряде случаев при крупных землетрясениях их разрушение и не учитываемых при расчёте конструкций на сейсмостойкость перед строительством.

Экспериментами методом стоячих волн изучены вертикальные собственные колебания зданий, и обнаружены два варианта природы их возбуждения: возбуждение как результат интерференции и как результат перекачки гори-

зонтальных колебаний в вертикальные при существовании нелинейной связи между разными степенями свободы в колебаниях здания. Показано, что моды вертикальных колебаний в зданиях со значительной нагрузкой оборудованием сильно отличаются в подобных зданиях без нагрузки. Проведённые исследования показывают, что расчётные модели ответственных зданий должны корректироваться по данным экспериментальных работ после строительства объекта и второй раз после ввода его в эксплуатацию. Только в этом случае будет научно обоснованная и адекватная оценка сейсмостойкости здания.

Разработка запатентована, программный комплекс для обработки данных методом стоячих волн зарегистрирован как РИД. Внедрение в практику исследования ответственных объектов позволяет обеспечить новый уровень сейсмобезопасности и избежать многомиллиардных потерь при авариях на объектах.

Метод на современном уровне развития превосходит другие методы исследования зданий по детальности и точности, а также отличается меньшими затратами при выполнении работ по оценке состояния зданий.

Публикации:

Еманов А.Ф., Бах А.А. Развитие алгоритмов интерпретации метода стоячих волн для исследования зданий и сооружений сложных конструкций. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2019, № 5. С. 29–36.

Бах А.А., Дураченко А.В., Еманов А.Ф. DYNMONDV1.0 Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019617268, 05.06.2019. Заявка № 2019619827 от 27.05.2019.

Еманов А.Ф., Бах А.А., Еманов Ф.А. Изучение вертикальных собственных колебаний зданий методом стоячих волн // Вопросы инженерной сейсмологии. 2020. Т.47. №4. С. 43–57.

Разработчик: ФИЦ ЕГС РАН.

50. Новое поколение моделей, методов и технологий для противодействия современным угрозам водной безопасности

Актуальность тематики исследования связана с его направленностью на совершенствование на базе современных математических моделей существующих методов водохозяйственных расчётов и гидрологических прогнозов, оценкой риска опасных гидрологических явлений, оценок и прогнозов качества вод, методов планирования водопотребления, управления действующими водноресурсными системами.

Научная новизна поставленных в проекте задач связана с его направленностью на построение единой методической базы решения современных проблем водной безопасности, опирающейся на систему математических моделей формирования речного стока и качества вод суши в сочетании с моделями функционирования водноресурсных систем, современными автоматизированными системами анализа данных и их программной реализацией.

Выполнены исследования по оценке гидродинамического режима в нижних бьефах низконапорных гидроузлов на реках Дон (на примере строящегося

Багаевского гидроузла на Нижнем Дону) и Волга (на примере проектируемого Нижегородского низконапорного гидроузла) с целью оптимизации проектных решений, обеспечения безопасности и бесперебойности судоходства, в том числе стратегического.

Рассмотрено построение методов краткосрочных прогнозов речного стока на основе входных данных, соответствующих стандартному потоку оперативной гидрометеорологической информации, с использованием разных типов моделей машинного обучения для разных физико-географических условий (на примере р. Уссури и р. Протва). Обнаружено, что первоначальный концептуальный анализ процессов формирования стока в конкретном бассейне позволяет улучшить качество прогнозов путем выбора структуры моделей, входных данных и подготовки обучающей и входной выборки.

Построена система пост-обработки ансамблевых прогнозов на основе модели формирования речного стока ECOMAG с использованием долгосрочных прогнозов погоды (ECMWF, ПЛАВ). Проведены исследования по усовершенствованию методов верификации и калибровки стоковых моделей на основе данных о генетическом составе речного стока.

Выполнены водохозяйственные и водноэнергетические расчёты при назначении режимов работы водохозяйственных систем Волжско-Камского каскада водохранилищ с учётом долгосрочных прогнозов незарегулированного притока; оценки экономических, экологических и социальных последствий при различных сценариях наполнения и дальнейшей эксплуатации Чебоксарского водохранилища, оценки эффективности мероприятий по защите прибрежных территорий от затопления и подтопления, сопоставление альтернативных издержек.

Оценены возможные изменения ресурсов поверхностных, почвенных и грунтовых вод для планирования использования водных ресурсов в бассейне средней Волги.

Выполнены оценка выноса загрязняющих веществ от диффузных источников в бассейне Ивановского водохранилища и оценка его гидроэкологического состояния при различных сценариях выноса. Проведено моделирование влияния различных стратегий функционирования крупных предприятий на формирование качества речных вод в бассейне р. Белой и дана оценка периода самоочищения бассейна р. Белой при снижении уровня антропогенной нагрузки.

Разработаны учебно-методический комплекс (УМК) и учебные пособия по дисциплинам, преподаваемым и планируемым к внедрению в учебный процесс на кафедре водных ресурсов ИВП РАН:

- УМК по дисциплине «Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных пространственно-временных масштабах»;
- учебное пособие по дисциплине «Регулирование речного стока каскадов водохранилищ»;
- учебное пособие по дисциплине «Современные проблемы гидрохимии».

В рамках исследования получены:

- свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018660255 от 21.08.2018; № 2020660617 от 08.09.2020, № 2020618769 от 04.08.2020; № 2020663840 от 03.11.2020; № 2020664158 от 09.11.2020.

- свидетельства о государственной регистрации базы данных № 2020621605 от 02.09.2020; № 2020622193 от 09.11.2020.

Результаты научных исследований и разработок, полученные в процессе выполнения проекта, в виде моделей, методов и технологий внедрялись в оперативную практику профильных министерств, ведомств, акционерных обществ и других, в том числе партнерской организации, осуществляющей софинансирование проекта (ООО «Гидротехпроект»).

Разработчик: ИВП РАН.

51. Исследование и комплексный анализ факторов опасного развития гидрологической обстановки

Выполнены: исследование и комплексный анализ факторов опасного развития гидрологической обстановки и разработка научно обоснованных рекомендаций для предотвращения катастрофических паводков и обеспечения безопасности территорий Тулунского района Иркутской области.

В рамках исследования выполнены:

- численное гидродинамическое моделирование руслового потока р. Ия в пределах городской застройки, а также блокировки мостовых переходов;

- расчёт продвижения волны паводка с расходом воды 1% и 0,1% обеспеченности по селитебной территории и установление отметок максимального уровня воды и границ зоны затопления при прохождении катастрофических паводков;

- дана оценка эффективности существующей и предлагаемой схем инженерной защиты селитебных территорий, а также пропускной способности мостовых переходов;

- разработка научных рекомендаций по снижению риска затопления.

На основе детальной 3D-цифровой модели рельефа местности и высокоточной эффективной отечественной программы 2D-моделирования STREAM 2D CUDA проведена оценка величины максимального расхода воды и построен гидрограф экстремального паводка в условиях неопределённости гидрологической информации. Рассчитанная динамика затопления города Тулун хорошо совпала с данными наблюдений.

Реконструкция паводкового события в нестационарном режиме с помощью численной гидродинамической модели течения позволила оценить значение максимального расхода в 5700 м³/с в створе поста, в то время как на подходе к городской территории значение расхода было 6000–6100 м³/с, т.е. наблюдался эффект аккумуляции. В Государственном гидрологическом институте на физической модели получены значения максимального расхода в диапазоне 6000–6100 м³/с, что полностью подтверждает результаты численного моделирования. Разработанная компьютерная модель оказалась наибо-

лее точной и адекватно отражающей паводковые течения на р. Ия в районе г. Тулун по сравнению с другими одномерными, двухмерными и трёхмерными моделями.

Выполненная на основе численных экспериментов оценка проектируемой новой системы противопаводковых дамб позволила установить, что был выбран оптимальный вариант их планового размещения. Дамбы с принятой в проекте отметкой гребня 465,0 м БС защитят город от перелива при расходе 6000 м³/с (расход паводка 2019 г.) с необходимым нормативным запасом 0,5 м и даже от расхода 6800 м³/с, но с нулевым запасом по высоте. Скорости течения у головных участков этих дамб составят 2–3 м/с, что требует надёжного крепления откосов.

По итогам исследований рекомендовано выполнение гидрографической съёмки русла р. Ии на протяжении до 15 км ниже действующего гидропоста для целей построения уточнённой численной модели и на её основе кривой связи расходов и уровней в створе гидропоста, что обеспечит максимальную надёжность мониторинга и прогноза паводков в дальнейшем.

В целях оценки гидрологических рисков, а также для обоснования различных проектных решений по освоению пойменных территорий рекомендовано использовать разработанную в ИВП РАН численную гидродинамическую 2D-модель участка р. Ии у г. Тулун при: окончательной разработке (либо экспертизе) проекта защитных сооружений г. Тулуна; землеустройстве и планировании городской застройки г. Тулуна; обосновании проектных решений для гидротехнических сооружений высокого уровня ответственности; освоении пойменных территорий; реконструкции автодорог, определении отверстий пойменных мостов и др.

Программный продукт STREAM_2D CUDA зарегистрирован в Роспатенте № 2017660266 от 20 сентября 2017 г.

Исследование выполнено в рамках научно-технического договора с Институтом Географии СО РАН. Основанием явилось введение режима чрезвычайной ситуации на территории Иркутской области в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 3 июля 2019 года № 316-уг, Постановлением администрации города Тулуна от 27 июня 2019 года № 1042.

Разработчик: ИВП РАН.

52. Способ прогнозирования землетрясений по сейсмическим наблюдениям

Автор: Таймазов Д.Г.

Прогнозирование землетрясений по предлагаемому алгоритму основано на масштабной инвариантности сейсмического процесса и включает в себя выбор контролируемой территории достаточно больших размеров, на котором проводились многолетние (10 и более лет) сейсмические наблюдения, формирование с использованием сейсмического каталога выборки землетрясений средней силы, произошедших за всё время инструментальных наблюдений, определение их средних механизмов очагов и азимутов главных осей растяжения T и

сжатия P , введение в зоны их подготовки, определяемых по известным эмпирическим соотношениям, прямоугольной системы координат с осями T и P , разбиение областей подготовки землетрясений на множество ячеек с одинаковыми площадями, определение для каждого землетрясения средней силы набора масштабно независимых параметров (вектора признаков), характеризующих закономерности пространственно-временного распределения этих параметров в зонах их подготовки в течение их сейсмических циклов. В число компонентов векторов признаков входят интенсивность тензора среднего механизма, коэффициент Лоде-Надаи μ , коэффициент подобия k^a , и числа землетрясений n_i в каждой из 32 ячеек. Все 35 параметров нормированы – их значения заключены в интервале. Полученный таким путем набор векторов признаков используется в дальнейшем как «образцы» для сравнения с векторами признаков тестовой выборки прошедших сильных землетрясений (ретропрогноз), после которого определяются ошибки типа «пропуск цели» и «ложный прогноз». С учётом этого осуществляется сравнение виртуального множества предполагаемых в будущем сильных землетрясений с каждым из «образцов». Процедура сравнения заключается в минимизации суммы квадратов разностей соответствующих компонентов сравниваемых векторов. При формировании подмножества прогнозируемых на будущее землетрясений вводится дополнительный критерий – максимальное приближение их графиков повторяемости к графику повторяемости прошедших землетрясений. Для реализации этого алгоритма предполагается разработка самообучающейся программы с возможностью вариаций коэффициентов и показателей степеней в базовых соотношениях.

Разработка подготовлена к представлению в Роспатент на предмет изобретения.

Разработчик: ИГ ДНЦ РАН.

53. Разработки Института геологии УФИЦ РАН готовы к применению: **Разработка 1**

По договору «Проектирование геопарка «Торатау» на территории Стерлитамакского и Ишимбайского районов Республики Башкортостан и на основании сбора необходимого материала по геологической составляющей для формирования досье на **номинации геопарка «Торатау» в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО** (aspiring UNESCO Global Geopark) в 2020 г. подготовлено следующее:

1. Раздел E1 номинационного досье «Подтверждение соответствия глобальным геопаркам ЮНЕСКО», который включает: а) Общее геологическое описание территории геопарка «Торатау», намеренного вступить в глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО (Aspiring UNESCO Global Geopark – aUGGr): геология, геоморфология, гидрогеология, тектоника, стратиграфия, и. т.д); б) Список и описание значимых геологических объектов геопарка; в) Подробную информацию о ценности этих объектов с точки зрения их международной, региональной, национальной или местной значимости; г) Текущее и потенциальное негативное воздействие на геологические объекты, необходи-

мость их сохранения; д) Современное состояние с точки зрения сохранности геологических объектов на территории геопарка Торатау. К досье прилагаются геологическое и географическое резюме; список публикаций по территории геопарка.

2. Раздел I Анкеты самооценки: «Геология и ландшафт», включающий Подразделы 1.1. «Территория» и 1.2. «Охрана геообъектов». Подготовлена база данных из 55 геологических объектов территории геопарка «Торатау».

Подраздел «Территория» содержит списки конкретных характеристик и особенностей объектов, представленных на территории геопарка: возрастные подразделения, литологические типы пород, минералы, горные породы, окаменелости, формы рельефа, проявления тектоники. Составлены списки объектов (с указанием географических координат в системе WGS84), представляющих а) особую научную значимость; б) используемых в образовательных целях и в геотуристических целях. Дано обоснование геологической уникальности и международной значимости геопарка»; приведён сравнительный анализ особенностей и отличий геопарка «Торатау» с глобальным геопарком ЮНЕСКО «Янган-Тау».

Подраздел «Охрана геообъектов» включает списки и подтверждение геологических объектов (с указанием географических координат в системе WGS84): а) международного значения; б) национального значения; в) перспективных для использования в образовательных целях; в) рекомендации для защиты геообъектов от повреждений и естественной деградации.

3. Информационное наполнение для 27 информационных панелей на основных геологических объектах.

4. Описание четырёх геологических маршрутов и содержание экскурсионных программ для обучающихся и для специалистов в сфере наук о Земле.

Вступление геопарка «Торатау» в сеть глобальных геопарков ЮНЕСКО пополнит объекты геологического наследия сети глобальных геопарков ЮНЕСКО глобальным стратотипом нижней границы сакмарского яруса пермской системы (геологический разрез Усолка), поможет изучить и сохранить уникальные ископаемые рифы: шиханы Торатау, Куштау и Юрактау.

Разработчик: ИГ УФИЦ РАН.

Разработка 2

Проведение работ по исследованию минерально-сырьевой базы для стекольной промышленности на территории Республики Башкортостан

Установлено, что на территории Республики Башкортостан выявлены 98 объектов кварцевых песков, расположенных в трёх зонах Предуральяского краевого прогиба.

Реальными претендентами на доизучение с возможной разработкой являются 11 объектов: Бердышинское месторождение (1,2 млн т), Сахановское месторождение (3,7 млн т), Чишминское месторождение (2,5 млн т); Давлеткуловское месторождение (2,5 млн т); Михайловский участок (около 8 млн т), Холмогорский участок (3,6 млн т), северный участок Маячного буроугольного месторождения (13,65 млн т), Шайтанское месторождение (2,5 млн т),

Бабаевское бурогольное месторождение (около 2 млн т), Северный (25,7 млн т) и Центральный (30 млн т) участки Ворошиловского бурогольного месторождения.

Разработчик: ИГ УФИЦ РАН.

Разработка 3

Разработан способ определения географического происхождения башкирского бортевого мёда по составу пыльцы

Краткая характеристика основных технических параметров: способ определения географического происхождения башкирского бортевого мёда по составу пыльцы, заключающийся в том, что по составу пыльцы в мёде диагностируют его место сбора.

Область возможного использования: пищевая промышленность.

Степень готовности разработки к практическому применению: разработка готова к внедрению.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения: возможна подготовка ГОСТа и НМПТ на башкирский бортевой мёд. Разработка также позволяет исключить фальсификацию данного пищевого продукта.

Сравнительные характеристики с известными разработками: уникальная разработка.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: Пат. 2724704 С1 РФ. Способ определения географического происхождения башкирского бортевого мёда по составу пыльцы / Р.Г. Курманов; ФГБНУ Уфимский федеральный исследовательский центр РАН. – 2019128617; заявл. 11.09.2019 г.; опубл. 25.06.2020 г., Бюл. № 18. С. 1–5.

Разработчик: ИГ УФИЦ РАН.

Разработка 4

Седиментологическая характеристика пород

По договору № ТЦБ-20/80/Р с ООО «Газпромнефть – Технологические партнерства» по теме «Седиментологические и биостратиграфические исследования керна» дана детальная седиментологическая характеристика образцов горных пород керна двух скважин, выполненная по разработанной методике. Описание керна сопровождалось отбором образцов на биостратиграфические исследования.

Разработчик: ИГ УФИЦ РАН.

Разработка 5

Разработанная **современная карта типов карста Южного Урала и Предуралья** (Смирнов, 2019 г.) принята к практическому применению и включена в проект, первой редакции свода правил «Инженерные изыскания для строительства на закарстованных территориях. Общие требования». – Москва: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2020. С. 109.

Разработчик: ИГ УФИЦ РАН.

Разработка 6

Аналитические исследования образцов флюса и горных пород. Заказчик – «Уральский Завод Флюсовых Материалов» (ООО «УЗФМ»).

Определён химический состав горных пород (марганцевые руды, кварциты, известняки, плакиковых шпатов), использующихся для изготовления сварочных флюсов.

Разработчик: ИГ УФИЦ РАН.

54. Разработки ИГЕМ РАН, говые к применению

Разработка 1

Выделение перспективных площадей для прогнозно-поисковых работ на месторождения золота Карлинского типа на Северо-Востоке России

Авторы: Волков А.В., Галямов А.Л.

Проект РФФИ № 18-05-70001 «Изучение геологических и геодинамических обстановок формирования крупных месторождений стратегических металлов Арктической зоны России: выводы для прогнозирования и поисков новых месторождений».

Концепция глобальной металлогенической однородности и зональности Тихоокеанского ружного пояса (ТРП) (Смирнов, 1946; Волков и др., 2020) позволяет предположить широкое распространение аналогов американских месторождений в его азиатской половине, в том числе, и в северо-западном сегменте – на северо-востоке России. На основании этой концепции на северо-востоке России прогнозируется открытие крупных месторождений золота Карлинского типа (Волков и др., 2020). В настоящее время насчитывается 88 месторождений этого типа в Неваде (США) и 30 в Южном Китае. Рекордным стал 2000 год, когда в США было добыто 275 т золота. К 2020 году производство золота из карлинских руд сократилось почти вдвое – до 150 т в год. Выявлено сходство геодинамических обстановок формирования невадийских и сакынджинских МЗКТ, что подтверждает высокие перспективы открытия крупных месторождений в этом арктическом районе Якутии. Новые рудные районы прогнозируются на всём протяжении Черско-Полоусненского покровно-складчатого пояса (Колымской петли) (рис. 97).

Разработка готова к практическому применению. Область возможного использования – выделение перспективных площадей для прогнозно-поисковых работ на месторождения золота Карлинского типа. Возможные потребители: Федеральное агентство «Роснедра» Минприроды РФ, Госкорпорация «Росгеология», ПАО «Полус», ПАО «Полиметалл» и другие горнодобывающие и геологоразведочные компании.

Публикация:

Волков А.В., Галямов А.Л. Геофизическая модель земной коры, геодинамические обстановки и перспективы открытия месторождений золота Карлинского типа в арктической зоне Республики Саха (Якутия) // Арктика: Экономика и Экология. 2020. Т. 37. № 1. С. 82–94. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-82-94.

Разработчик: ИГЕМ РАН

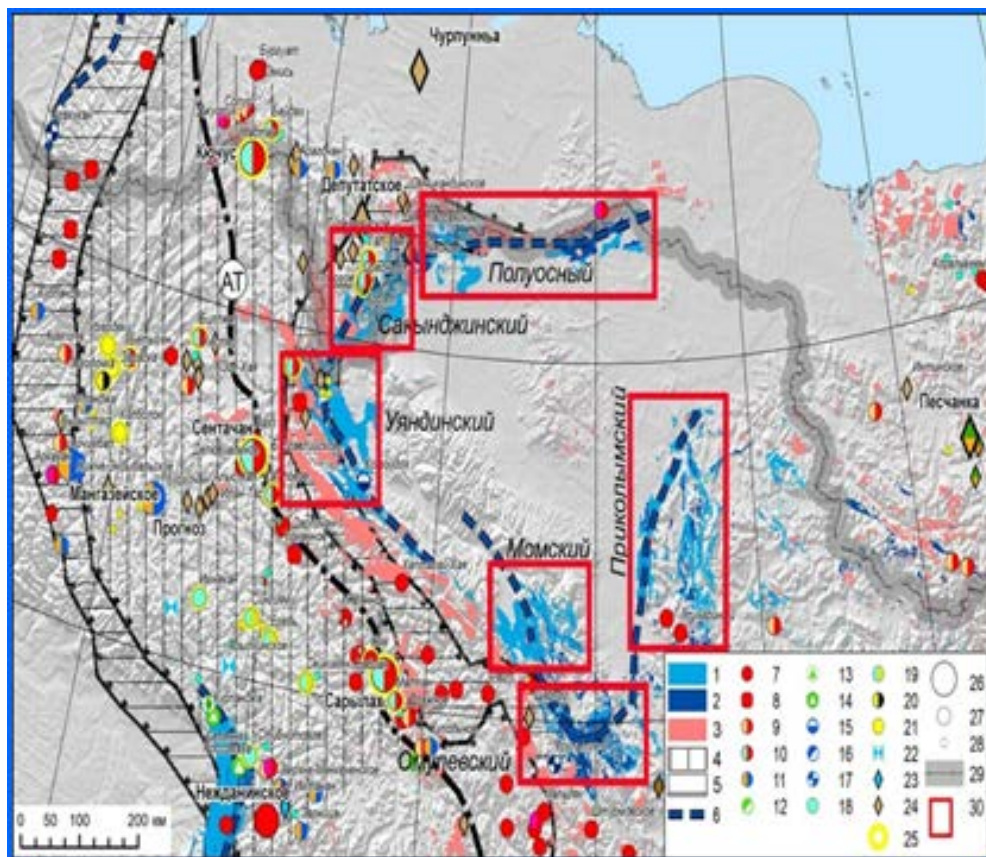


Рис. 97. Карбонатные формации, рифовые постройки, гранитоидные и диоритовые интрузивные образования Верхоянской провинции и позиция месторождений различных рудноформационных типов (Волков и др., 2020)

1–3 – формации: 1 – терригенно-карбонатная, 2 – карбонатная, 3 – гранитоиды; 4 – внешний и 5 – внутренний шельф; 6 – ось рифовых построек; 7–25 – рудные формации: 7 – Au-кварцевая жильная, 8 – Au-сульфидно-кварцевая, 9 – Au-Agэпитермальная, 10 – Au-Sb, 11 – Ag-полиметаллическая, 12–13 – Cu-колчеданная в вулканогенных (12) и осадочных (13) породах, 14 – Cu песчаников, 15 – колчеданно-полиметаллическая в терригенных породах, 16 – Pb-Zn в вулканогенных породах, 17 – Pb-Znстратиформная в карбонатных породах, 18 – кварц-антимонитовая, 19 – Sb-Hgэпитермальная, 20 – кварц-диккитовая эпитермальная, 21 – Hгаргиллизитовая, 22 – W-Москарновная, 23 – W-Могрейзеновая, 24 – касситерит-силикатная, 25 – МЗКТ; масштабность месторождений: 26 – крупные, 27 – средние и мелкие, 28 – рудопоявления; 29 – арктическая зона РФ; 30 – перспективные на открытие месторождений Карлинского типа рудные районы.

Разработка 2

Оценка потенциала перспективных площадей при поисках и разведке крупных Cu–Au скарново-порфировых систем

Авторы: Коваленкер В.А., Плотинская О.Ю., Киселева Г.Д., Языкова Ю.И.

Тема ГЗ № 0136-2019-0009 Типоморфные характеристики рудообразующих систем магматогенных месторождений в геолого-тектонических обстановках с многометальной специализацией (Au, Ag – Cu, Pb, Zn – Mo, Sn, W, TR).

Наиболее информативными типоморфными характеристиками и ключевыми минералого-геохимическими маркерами крупнейшей в России скарново-порфировой минеральной системы (СПМС) Cu-Au месторождения Быстринское (Восточное Забайкалье) являются: пробность самородного золота, отражающая интенсивность минералообразующего процесса, геохимическая ассоциация Cu-Au-Co-Ni-Pd-Pt, высокие концентрации Co и Ni в ранних генерациях пирита, повышенные (сотни – тысячи г/т) содержания Re в молибдените и микровключения в нём минералов Bi, Te и Pd, высокая молибденосность шеелита и особенности распределения в нём РЗЭ как атрибуты химизма и вариаций окислительно-восстановительных свойств минералообразующих флюидов. Использование этих признаков в качестве ключевых элементов прогнозных моделей будет способствовать повышению эффективности оценки потенциала перспективных площадей при поисках и разведке крупных Cu-Au скарново-порфировых систем на территории Забайкалья и других областей внутриплитного магматизма.

Разработка готова к практическому применению. Область возможного использования: оценка потенциала перспективных площадей при поисках и разведке крупных Cu-Au скарново-порфировых систем. Возможные потребители: Федеральное агентство «Роснедра» Минприроды РФ, Госкорпорация «Росгеология», ПАО «Полюс», ПАО «Норникель» и др. горнодобывающие и геолого-разведочные компании.

Публикация:

Киселёва Г. Д., Языкова Ю. И., Коваленкер В. А., Трубкин Н. В., Борисовский С. Е. Типоморфизм самородного золота как индикатор различных типов оруденения крупного скарново-порфирового Au-Fe-Cu месторождения Быстринское, Восточное Забайкалье // Руды и металлы. 2020. №1. С.51-68; DOI: 10.24411/0869-5997-2020-10005

Разработчик: ИГЕМ РАН

Разработка 3

Методика прогнозирования коренных источников золота по результатам шлихового опробования, на примере Вагранского россыпного узла

Авторы: Лаломов А.В., Чефранов Р.М., Бочнева А.А.

Тема ГЗ 0136-2018-0020 «Геолого-генетические модели основных вещественно-динамических типов россыпей: минерогения и формализация факторов россыпеобразования».

На основе формализованных (количественно оцененных) индикаторных характеристик шлихового золота, методами численного компьютерного моделирования и ГИС-технологий на примере Вагранского золотоносного узла (Северный Урал) создана система пространственно расчёта и позиционирования мультипликативных показателей, оценивающих зону вероятного нахождения коренной металлоносности (рис. 98). Предлагаемая методика даёт возможность уже на начальных этапах работ использовать для прогноза результаты рядовых анализов, в том числе, содержащиеся в фондовых отчётах. Полученные в данном этапе мультипликативные показатели ориентированы на прогноз двух типов оруденения (золото-сульфидно-кварцевого и гипоген-

но-гипергенного); для других рудоносных формаций могут быть использованы другие параметры, что будет являться темой дальнейших исследований. Тем не менее, уже в имеющемся виде, она может быть использована для планирования геолого-поисковых работ, а также служить основой для дальнейшей разработки более детальных и точных вариантов методики и расширения её на другие геолого-генетические типы минерализации. На основании проведённых исследований в пределах Вагранского золотоносного узла выделена зона, перспективная на выявление коренной минерализации гипогенно-гипергенного типа.

Возможные потребители: Федеральное агентство «Роснедра» Минприроды РФ, Госкорпорация «Росгеология», горнодобывающие и геологоразведочные компании.

Публикация:

Лаломов А.В., Бочнева А.А., Чефранов Р.М. (2020). Разработка цифровой системы прогнозирования коренных источников золота по результатам шлихового опробования на примере Вагранского россыпного узла (Северный Урал) // Георесурсы. Т. 22(2), С. 67–76. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.2.67-76>.

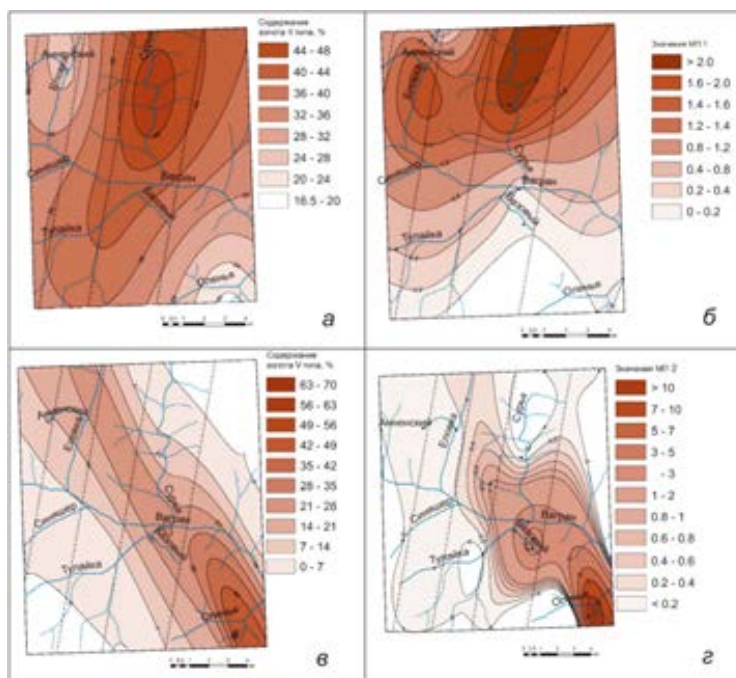


Рис. 98. Распределение индикаторных типов россыпного золота и прогнозных мультипликативных показателей (МП) на примере Вагранского узла (Северный Урал): а, в – россыпное золото золото-сульфидно-кварцевого (ЗСК) и гипогенно-гипергенного (ГГ) типов (% в шлиховом материале), б, г – распределение прогнозных МП для коренных объектов ЗСК и ГГ типов

Разработчик: ИГЕМ РАН.

Разработка 4

Подсчитаны запасы и ресурсы в пределах южной части Пижемского титанового месторождения (Средний Тиман)

Авторы: А.Б. Макеев, А.В. Лаломов.

Тема ГЗ 0136-2018-0020 «Геолого-генетические модели основных вещественно-динамических типов россыпей: минерагения и формализация факторов россыпеобразования».

АО «РУСТИТАН» завершило геолого-разведочные работы (2011–2020 гг.) в пределах южной части Пижемского титанового месторождения (Средний Тиман) на площади 35 км² по лицензии СЫК 02244ТР, подсчитаны запасы и ресурсы этого крупного комплексного месторождения. В ГКЗ РФ (2 ноября 2020 г.) защищены запасы титана, циркония, железа рудной толщи и кварцевых песчаников стекольного качества из пород вскрыши по категории C_1+C_2 , протокол № 6501 (9.11.2020 г.) утверждён в Роснедрах РФ. ИГЕМ РАН принимал активное участие в этой большой работе: в лаборатории анализа минерального вещества по договорам изучен вещественный состав пород керна разведочных скважин, проанализировано более половины всех рядовых проб (> 1500 анализов) и определён химический состав 40 рудных и породообразующих минералов (> 1200 анализов). Работу курировал ведущий н.с. лаборатории геологии рудных месторождений – д.г.-м.н. А.Б. Макеев. Материалы исследований изложены в производственных отчётах и опубликованы им в более чем 70 научных статьях.

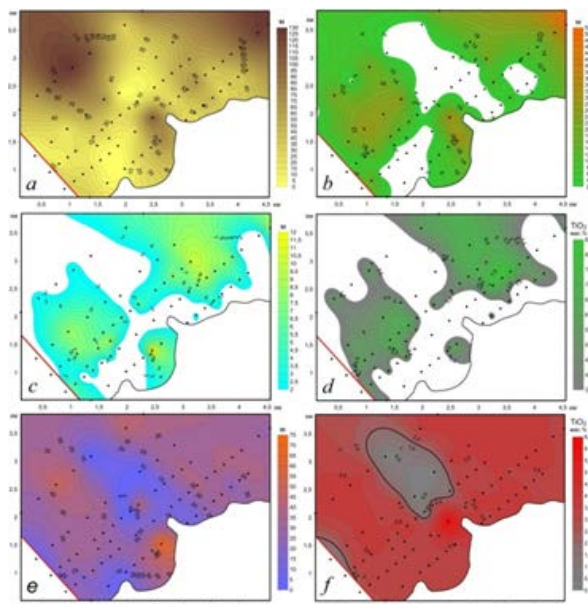


Рис. 99. Карты изолиний мощностей, метры (a, b, c, e) и содержания TiO_2 , мас. % (d, f) пород вскрыши и трёх рудных толщ песчаников в южной части Пижемского титанового месторождения

Шесть карт-схем (рис. 99) наглядно демонстрируют повторяющуюся в своём начертании ячеистую (островную) структуру рудного пласта южной части Пижемского месторождения. На поисковом участке работ выявлены два главных островных центра с повышенными мощностями средней PR_3mr_2 малоручейской рудной толщи до 10–12 м (рис. 99c), наследующие расположение двух главных центров повышенных мощностей нижней PR_3mr_1 малоручейской рудной толщи до 35–40 м (рис. 99e), которые также совпадают с локализацией центров повышенных содержаний TiO_2 до 7,5 мас. % средней и до 4 мас. % нижней малоручейской толщи (рис. 99 d, f).

Они позволяют наметить площади детализации для постановки разведочных работ и места проектирования будущих добычных карьеров, в центрах с максимальной мощностью рудных толщ, наибольшим содержанием TiO_2 и наименьшей мощностью пород вскрыши.

Разработчик: ИГЕМ РАН.

Разработка 5

Выделены участки для постановки ГРП на уран и сопутствующую минерализацию в Аргунской структурно-формационной зоне Восточного Забайкалья

Тема ГЗ № 0136-2019-0002 «Развитие интегрированной информационной системы для пространственно-временного моделирования рудообразующих систем месторождений стратегических металлов на основе ГИС технологий».

Авторы: Петров В.А., Минаев В.А.

Для юго-западной части Аргунской структурно-формационной зоны Восточного Забайкалья впервые на основе линейamentного анализа проведена 2D-визуализация пространственного распределения и оценка на основе алгоритма Хафа гидравлической проницаемости кластеров трещиноватости, что позволило выявить перспективные для постановки поисковых работ на уран и сопутствующую минерализацию участки (рис. 100). Ранее в юго-западной части Аргунской зоны по результатам поисково-оценочных работ были выделены участки, которые в дальнейшем получили отрицательную оценку за исключением одного, где было открыто Иргатуйское месторождение олова. В пределах новых перспективных участков, расположенных в непосредственной близости с производственной инфраструктурой ПАО «ППГХО», рекомендована постановка комплекса исследований с целью оценки металлогенического потенциала.

Разработчик: ИГЕМ РАН.

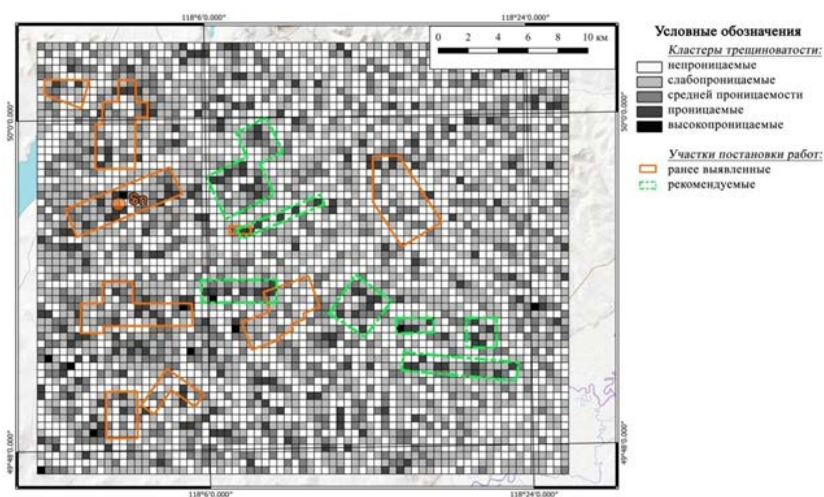


Рис. 100. Схема распределения кластеров трещиноватости в юго-западной части Аргунской структурно-формационной зоны с контурами участков проведения поисковых работ на уран и сопутствующую минерализацию. Sn – Иргатуйское месторождение

Результат 6

Закономерности миграции и распределения радиоактивных и стабильных загрязнителей в ландшафтно-геохимических системах Севера

Руководитель: к.г.-м.н. Мирошников А.Ю.

Изучение аквальных геохимических ландшафтов эстуария Оби и прилегающей части Обь-Енисейского мелководья доказало деградацию радиоактивного загрязнения в выявленной ранее зоне повышенной активности ^{137}Cs (ОЗПА). Вертикальное распределение ^{137}Cs определено в 20 колонках на 1-м этапе и по 7 колонкам на 2-м. Ключевыми факторами снижения радиоактивности осадков служат: распад и диффузия радионуклидов, а также биотурбация эстуарных зон богатым бентосным сообществом.

В распределении ^{137}Cs важную роль играет геохимическая барьерная зона в области взаимодействия речных и морских вод в эстуариях и на прилежащем шельфе. Она не пропускает радионуклиды, приносимые речными водами на первом этапе, осаждая их в своих пределах, и создает вертикальный поток взвешенного вещества, перекрывающий загрязненные осадки, на втором этапе – после ослабления источников радиационного воздействия.

Публикации:

Miroshnikov A.Yu. Flint, M.V., Asadulin En. E., Komarov V.I. B. Radiation-Geochemical Stability of Bottom Sediments in the Ob and Yenisei Estuaries and Adjacent Shoal Area of the Kara Sea // Oceanology. 2020. V.60. Is.6. P. 817–830. DOI: 10.1134/S0001437020060065.

Разработчик: ИГЕМ РАН.

55. Геолого-гидрогеологические модели площадок проектирования и строительства зарубежных АЭС ГК «Росатом»

Авторы: В.Г. Румынин, А.М. Никуленков, А.А. и др.

Созданы геолого-гидрогеологические модели площадок проектирования и строительства зарубежных АЭС ГК «Росатом» (в Венгрии Пакш-2, Узбекистане и Иране Бушер-2) (рис. 101). Проведена интерпретация большого объема инженерных изысканий и данных мониторинга, на основе которых осуществлены схематизация природных условий районов строительства АЭС, калибровка и верификация моделей. В целях обеспечения безопасности строительства оценено воздействие новых объектов на соседние эксплуатируемые энергоблоки (АЭС Пакш-2 и Бушер-2). Предложены инженерные решения по защите сооружений, входящих в инфраструктуру АЭС, от подземных вод. Оценено радиационное воздействие выбросов АЭС на природные (поверхностные и подземные) воды регионов. Разработанные подходы могут быть реализованы при проектировании и строительстве других отечественных и зарубежных АЭС ГК «Росатом».

Публикации:

1. Румынин В.Г. Теория и методы изучения загрязнения подземных вод. СПб, 2020, Наука, 559 с.

2. Rumynin V.G., Sindalovskiy L.N., Nikulenkova A.M., Leskova P.G. Effect of anisotropy and depth-dependent hydraulic conductivity on concentration curve

response to nonpoint-source pollution // Journal of Hydrology. 2020, vol. 591, 125319. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.125319.

3. Румынин В.Г., Синдаловский Л.Н., Шварц А.А., Никуленков А.М. и др. Прогноз воздействия АЭС на радиоактивность поверхностных и подземных вод. Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2020. № 3. С. 99–117. DOI: 10.31857/S0869780920030091

Разработчик: ИГЭ РАН.

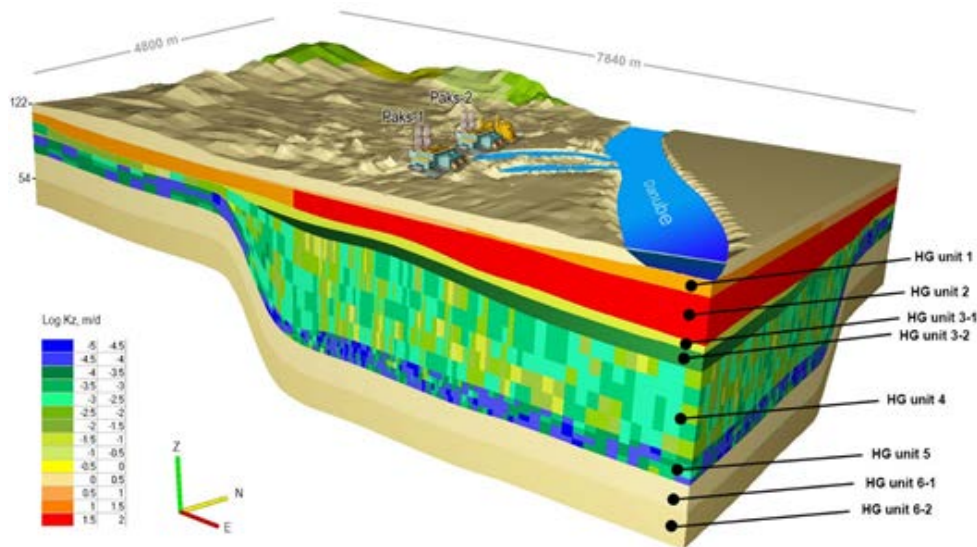


Рис. 101. Схематическое представление основных гидрогеологических единиц в районе размещения действующий АЭС Пакш-1 и проектируемой АЭС Пакш-2

56. Инструментальная схема расширения частотных характеристик короткопериодного сейсмометра

Авторы: к.ф.-м.н. А.Н. Беседина, к.ф.-м.н. Н.В. Кабыченко, С.Г. Волосов, к.ф.-м.н. С.А. Королёв.

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработана схема приборной коррекции, которая позволила расширить АЧХ короткопериодного сейсмометра (на примере СМ-3КВ) в область низких частот вплоть до 0,05 Гц. Синтез передаточной функции схемы коррекции выполнен с помощью нестандартного фильтра – двойного интегратора с наклоном АЧХ – 12 дБ/октава в полосе частот от 0,05 до 0,5 Гц. Схема коррекции состоит из двух идентичных каскадов, соединенных последовательно. На входах каскадов стоят делители напряжения, формирующие необходимую передаточную функцию корректирующей схемы. Интегральный шум такой схемы в полосе 0,05–40 Гц (приведённый к входу) составляет около 1,5–2 мкВ. Спектральная плотность шума на частоте 0,05 Гц составляет 5 мкВ/Гц. После схемы сигнал поступает на усилитель с ФНЧ 4-го порядка на частоте 40 Гц.

Область возможного использования.

Разработанную схему можно использовать при проведении сейсмического мониторинга; для научных сейсмологических исследований.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Разработан прототип устройства коррекции на примере короткопериодного сейсмометра СМ-ЗКВ. Проведена его калибровка, апробация на вибростенде и в полевых условиях.

Апробация прототипа в полевых условиях позволяет говорить о возможности применения разработанной схемы на частотах от 0,05 Гц и выше.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Применение разработанной схемы обеспечит значительное снижение (вплоть до 40%) стоимости приборного обеспечения сейсмических наблюдений (в случае организации мониторинга системой из семи станций, одна из которых, вместо дорогостоящей широкополосной аппаратуры, будет заменена на созданное устройство). При организации научных сейсмологических исследований, нуждающихся исключительно в широкополосной аппаратуре, минимизация материальных затрат на аппаратурное обеспечение работ может достигать нескольких раз.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

В России данным направлением занимается группа исследователей из Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, однако они рассматривают численную коррекцию первичной сейсмограммы с помощью низкочастотной деконволюции. Приборные разработки в этом же направлении представлены за рубежом; например, в Национальном институте геофизики и вулканологии.

Разработчик: ИДГ РАН.

57. Новое решение научной задачи повышения эффективности тяжёло-средней сепарации алмазосодержащего материала

Авторы: академик В.А. Чантурия, д.т.н. Г.П. Двойченкова, к.т.н. А.С. Тимофеев, к.т.н. Подкаменный Ю.А, Ковальчук О.Е.

В результате комплекса теоретических и экспериментальных исследований дано новое решение актуальной научной задачи повышения эффективности тяжёлосредней сепарации (ТСС) алмазосодержащего материала за счёт модифицирования поверхности ферросилициевых гранул азотированным слоем с целью предупреждения их коррозионного разрушения, что позволит снизить потери дорогостоящего ферросилиция, используемого в процессах ТСС. Аналогов в зарубежных исследованиях нет.

Для использования в схемах тяжёлосредней сепарации алмазоизвлекающих фабрик АК «АЛРОСА» создан экспериментальный образец ферросилиция, отличающийся высокими антикоррозионными свойствами и повышенной износостойкостью за счёт исключения контакта с внешними окислителями (коррозионно-активные компоненты воздуха и водной среды).

Результатами стендовых испытаний, выполненных совместно с сотрудниками АК «АЛРОСА») показано, что использование метода азотирования ферросилициевых гранул позволяет снизить скорость коррозии ферросилиция в 5–6 раз и, соответственно, сократить его потери в технологическом процессе на 5–8 %.

Публикации:

Чантурия В.А., Двойченкова Г.П. Интенсификация процессов переработки труднообогатимого алмазосодержащего сырья на основе инновационных методов модифицирования свойств разделяющих сред и минеральных компонентов // Материалы Международного совещания «Плаксинские чтения – 2020» «Инновационные процессы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья», г. Апатиты, 2020 г., С. 20–24.

Двойченкова Г.П., Морозов В.В., Тимофеев А.С., Подкаменный Ю.А. Снижение потерь ферросилиция в процессе тяжёлосредной сепарации алмазосодержащего сырья // Материалы Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья» в Уральском государственном горном университете (г. Екатеринбург, апрель 2020). стр. 24–29.

Разработчик: ИПКОН РАН.

58. Технология переработки и утилизации шлаков мусоросжигающих заводов

Авторы: Шадрунова И.В., Колодежная Е.В., Орехова Н.Н., Гаркави М.С.



В мире ежегодно образуется более 550 млн тонн муниципальных отходов, в развитых странах свыше 70% из них подвергаются сжиганию. Шлаки мусоросжигательных заводов могут быть использованы в строительстве. На практике прямое использование шлаков в качестве вторичного сырья невозможно из-за превышения ПДК по меди, а иногда по свинцу и цинку.

Проведены испытания по магнитно-гравитационной технологии переработки шлаков, включающей сухую магнитную сепарацию исходного материала и последующее двухстадийное обогащение шлаков на концентратном столе и винтовом сепараторе. Установлены рациональные параметры работы аппаратов, определены основные технологические показатели переработки. При пересортировке концентратов первой стадии обогащения получен с массовой долей меди 27,9% и его выход составит 5,4%. Для снижения эффекта флокулообразования при обогащении материала мелких фракций шлака в процесс

добавляется жидкий реагент-пеногаситель ЕС83 в количестве 1,5% от массы сухого материала.

Предлагается следующая принципиальная схема переработки шлаков мусоросжигающих заводов (рис. 102).

Проведены исследования и получены новые научные результаты, которые послужат основой разработки технологического регламента переработки шлаков от сжигания мусора.

Сведения об опубликовании.

Kolodezhnaya E. V., Shadrunkova I. V., Garkavi M. S. Technological aspects of waste incinerator slag processing // ICCATS 2020: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 962 (2020) 42058. – PP. 1–6. DOI: 10.1088/1757-899X/962/4/042058.

Разработчик: ИПКОН РАН.



Рис. 102. Схема переработки шлаков мусоросжигающих заводов

59. Исследования и разработки ИПНГ РАН, готовые к практическому применению

Результат 1

Разработка высокопроизводительной автоматизированной системы предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе строительства нефтяных и газовых скважин на основе постоянно действующих геоло-

го-технологических моделей месторождений с применением технологий искусственного интеллекта и индустриального блокчейна для снижения рисков проведения геолого-разведочных работ, в т.ч. на шельфовых проектах

Авторы: Н.А. Ерёмин, Н.А. Ерёмин, А.Н. Дмитриевский, Сарданашвили О.Н., Еремин Н.А., Черников А.Д., О.К. Чащина-Семенова, Л.К. Фицнер, Столяров В.Е.

Проведены важнейшие исследования: разработана автоматизированная система предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе строительства нефтяных и газовых скважин на основе постоянно действующих геолого-технологических моделей месторождений с применением технологий искусственного интеллекта и индустриального блокчейна для снижения рисков проведения геолого-разведочных работ (АС ПОАС). В основе АС ПОАС – программный комплекс предупреждения аварийности при строительстве нефтяных и газовых скважин, который состоит из следующих элементов:

1) программного компонента, предназначенного для непрерывной системы передачи, сбора, распределения, хранения и валидации геолого-геофизических данных с применением технологии «Блокчейн»;

2) программного компонента, предназначенного для оркестровки обработки реально-временной информации с оптимальным подбором программных и аппаратных средств;

3) программного компонента, предназначенного для дополнения модели весовых коэффициентов нейронной сети, построенной по ретроспективной геолого-геофизической информации, данными, получаемыми по окончании строительства актуальных скважин;

4) программного компонента, предназначенного для нейросетевых расчётов на облачных высокопроизводительных ресурсах с использованием открытых нейросетевых библиотек;

5) программного компонента, предназначенного для обратной связи и передачи рекомендаций по дальнейшему процессу строительства скважины.

Эффективность работы разработанного программного комплекса подтверждена результатами исследовательских испытаний на данных, полученных с реальных объектов строительства скважин.

Для создания АС ПОАС разработано техническое задание на опытно-конструкторские работы по теме «Отраслевая система предупреждения аварийности при строительстве нефтегазовых скважин».

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки:

1. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Чащина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. Автоматизированная система выявления и прогнозирования осложнений в процессе строительства нефтяных и газовых скважин // Подана заявка на Патент на полезную модель № 2020129673/03 (053361) от 08.09.2020.

2. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Чащина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. Автоматизированная система выявления и прогнозирования осложнений в процессе строительства нефтяных и газовых скважин // Подана заявка на Патент на полезную модель № 2020129671/03 (053358) от 08.09.2020.

3. Еремин Н.А., Водопьян А.О., Дуплякин В.О., Черников А.Д., Космос С.А. Программный компонент «Нефтегазовый Блокчейн», Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020614626, 17.04.2020. Заявка № 2020613699 от 27.03.2020.

4. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А. Д. Программный компонент «Адаптация обобщенных нейросетевых моделей прогнозирования осложнений и аварийных ситуаций к геофизическим параметрам при бурении конкретной скважины», Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020660890, 15.09.2020. Заявка № 2020660179 от 08.09.2020.

5. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л. К., Черников А.Д. Программный компонент «Оркестровка – интеграция модулей системы прогнозирования осложнений и аварийных ситуаций при бурении и строительстве скважин», Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020660891, 15.09.2020. Заявка № 2020660181 от 08.09.2020.

6. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. Программный компонент «Нейросетевые расчёты – построение моделей прогноза осложнений и аварийных ситуаций при бурении и строительстве скважин» (ПКНР), Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020660892, 15.09.2020. Заявка № 2020660182 от 08.09.2020.

7. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. Программный компонент «Индикация прогноза осложнений и аварийных ситуаций при бурении и строительстве скважин» (ПК «Индикация»), Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020661356, 22.09.2020. Заявка № 2020660450 от 14.09.2020

8. Методика экономической оценки нефтегазовых инвестиционных проектов Казахстана. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Нефтяное хозяйство. 2020. № 1. С. 15–19.

9. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Филиппова Д.С., Сафарова Е.А. Цифровой нефтегазовый комплекс России. Георесурсы, Спецвыпуск, (2020). С. 32–35.

DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.SI.32–35>

10. Chernikov, A.D., Eremin, N.A., Stolyarov, V.E., Sboev, A.G., Semenova-Chaschina, O.K., Fitsner, L.K. Application of artificial intelligence methods for identifying and predicting complications in the construction of oil and gas wells: Problems and solutions. 2020 Georesursy. 22(3), с. 87–96.

11. А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин, А.Д. Черников и др. Об увеличении продуктивного времени бурения нефтегазовых скважин с использованием методов машинного обучения. Георесурсы. – 2020. Т. 22. № 4. С. 68–76.

Разработчик: ИПНГ РАН.

Результат 2

Прогноз состояния ресурсной базы нефтегазового комплекса России на основе системных исследований перспектив нефтегазоносности природных резервуаров в карбонатных, терригенных и сланцевых формациях

Авторы: Скибицкая Н.А., Бурханова И.О., Большаков М.Н., Доманова Е.Г., Кузьмин В.А., Коваленко К.В., Крючков В.А., Сурначев Д.В., Пуго Т.А., Марутян О.О., Самохвалов Н.И., Пономаренко О.М., Бабиц Е.А., Хитров А.М.

Проведены важнейшие исследования: на основе комплекса петрофизических, литолого-геохимических, физико-химических, геохимических и электронно-микроскопических исследований керна была усовершенствована петрофизическая модель продуктивных отложений Вуктыльского нефтегазо-конденсатного месторождения (ВНГКМ).

В результате исследований в продуктивном разрезе ВНГКМ, помимо ранее известных типов коллекторов, таких как низкоёмкий порово-трещинный (коэффициент пористости КП варьирует от 3 до 6 %, проницаемость обусловлена трещинами), высокоёмкий поровый ($\text{КП} \geq 6\%$; коэффициент абсолютной проницаемости КПП.А выше 0,1 мД), смешанный, включающий кавернозно-поровый ($\text{КП} \geq 6\%$; $\text{КПП.А} \geq 0,1$ мД), были выявлены новые: низкоёмкий трещинно-поровый ($3 \leq \text{КП} < 6\%$; $\text{КПП.А} \geq 0,1$ мД) и высокоёмкий поровый слабопроницаемый ($\text{КП} \geq 6\%$; $\text{КПП.А} < 0,1$ мД).

Впервые показано, что газонасыщенные продуктивные отложения Вуктыльского НГКМ являются нефтегазоматеринскими и находятся в диапазоне стадий нефтегенерации ПК2 – МК2, что указывает на присутствие нефти в продуктивных отложениях газовой части ВНГКМ. Результаты получены на основе битуминологических исследований, исследований методом пиролиза, связи температуры максимальной генерации углеводородов T_{max} с отражательной способностью витринита, исследований накопленных битумоидов способом инфракрасной спектроскопии (ИКС), исследований в люминесцентном микроскопе в свежих сколах образцов пород, а также анализа соотношения концентраций хлороформных и спиртобензольных битумоидов в породах.

Впервые для Вуктыльского НГКМ были проведены исследования оценки избирательной смачиваемости пород на коллекции неэкстрагированного керна, что позволило изучить свойства пород, не изменённых в результате экстракции. Согласно результатам, изучаемые отложения характеризуются фобными свойствами как по отношению к воде, так и по отношению к углеводородам. Породы всех стратиграфических подразделений имеют практически идентичную характеристику по смачиваемости (0,93–0,94) и обладают относительно менее фобными свойствами по отношению к углеводородам, чем к воде. В пласте, насыщенном и водой, и жидкими углеводородами, вода будет находиться в относительно более свободном состоянии, а жидкие углеводороды – в относительно более связанном.

Полученные результаты позволяют:

- уточнить начальные запасы газа ВНГКМ и оценить неучтённые запасы матричной нефти в газовой части месторождения;
- оценить остаточные запасы газа, заземлённые в порах при обводнении в процессе эксплуатации месторождения и разработать эффективные технологии добычи заземлённого газа, с целью повышения коэффициента газоотдачи на месторождении.

Публикации:

1. V. A. Kuzmin. Electron-Microscopy Studies of the Pore Space in Oil and Gas Carbonate Reservoir Rocks. ISSN 1027-4510, Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2020, Vol. 14, No. 2, pp. 412–417. ©Pleiades Publishing, Ltd., 2020. DOI: 10.31857/S02073528 20040081, WOS, Q.

2. V. A. Kuzmin Study of the Microstructure of Terrigenous Oil and Gas Reservoir Rocks by Scanning Electron Microscopy. ISSN 1027-4510, Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2020, Vol. 14, No. 3, pp. 643–649. ©Pleiades Publishing, Ltd., 2020. Russian Text ©The Author(s), 2020, published in Poverkhnost', 2020, No. 6, pp. 106–112. DOI: 10.31857/S1028096020060114, WOS, Q.

3. Хисамов Р.С., Базаревская В.Г., Скибицкая Н.А., Бурханова И.О., Кузьмин В.А., Большаков М.Н., Марутян О.О. Влияние структуры порового пространства и смачиваемости на остаточное газонасыщение. Георесурсы, 22(2), с. 2–7. DOI: 10.18599 / grs.2020.2.2-7, WOS, Q.

4. Губанов М.А., Иванцов М.И., Куликова М.В., Крючков В.А., Никитченко Н.В., Князева М.И., Куликов А.Б., Пименов А.А., Максимов А.Л. Никельсодержащие катализаторы разложения метана на основе структурированных носителей. Нефтехимия, том 60, №5, С.654–662. DOI: 10.31857/S0028242120050111. WOS, Q4.

5. N.A. Skibitskaya, A.N. Volkov, A.A. Latishev, I.M. Indrupsky, A.A. Popov, M.N. Bolshakov, V.A. Kuzmin and O.O. Marutyanyan Modeling of the development of the Vuktyl field hydrocarbon system in the depletion mode using a bench installation. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. DOI:10.1088/1757-899X/921/1/012025, Scopus.

6. Самохвалов Н.И., Скибицкая Н.А., Коваленко К.В. Литолого-петрофизическое и геохимическое обеспечение интерпретации данных ГИС для определения массовых и объёмных концентраций органического вещества. Труды РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. 2020-№2(299) с 27–38. DOI: 10.33285/2073-9028-2020, RSCI.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020617783 «Geosystem Привязка». Правообладатель ФГБУ науки ИПНГ РАН (RU). Автор: Большаков М.Н. 15.07.2020.

Разработчик: ИПНГ РАН.

Результат 3

Обоснование инновационных экологически чистых технологий разработки месторождений УВ в сложных горно-геологических условиях на основе 3D-компьютерного моделирования, лабораторных экспериментов и опытно-промысловых исследований

Проведены важнейшие исследования: на основе комплексного научно-методического подхода обоснованы технологические решения по совершенствованию систем разработки залежей углеводородов при наличии подошвенной воды в различных геолого-физических условиях, включая применение альтернативы технологии гидроразрыва пласта в виде циклического геомеханического воз-

действия для нефтяных залежей в низкопроницаемых карбонатных коллекторах Республики Татарстан; специализированную систему разработки для водоплавающих газовых залежей; технологию вертикально-латерального заводнения для нефтяной оторочки, подстилаемой водой (на примере месторождения Монги о. Сахалин). Полученные результаты будут способствовать повышению компонентоотдачи водоплавающих нефтегазовых месторождений.

Публикации:

1. Халиулин Р.Р., Закиров С.Н., Сун Г.С., Еникеев Ю.Л., Зеленин П.В. Геологические особенности нефтегазоконденсатного месторождения Монги (о. Сахалин) // Нефтяное хозяйство, №8, 2020, с. 30-33 (Scopus)

2. Халиулин Р.Р., Закиров С.Н., Ха А.Х., Ведерников Н.Е., Мальцев В.Ю. Особенности разработки нефтегазоконденсатного месторождения Монги (о. Сахалин) // Нефтяное хозяйство, №9, 2020, с. 104-108 (Scopus).

3. Indrupskiy I.M., Ibragimov I.I., Zakiryanov R.A., Idiyatullin I.F., Girfanov I.I., Remeyev M.M., Mansurov A. Permeability alteration of carbonate reservoir rock under cyclic geomechanical treatment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 921. 012009. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/921/1/012009> (WoS, Scopus)

4. Индрупский И.М., Ибрагимов И.И., Закирянов Р.А., Гирфанов И.И. Изменение проницаемости карбонатного коллектора при циклическом геомеханическом воздействии. // Нефтяная провинция. 2020. № 3(23). С. 85–98. DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2020.3.85–98> (БАК)

5. Закиров Э.С., Аникеев Д.П., Закиров С.Н., Алексеева Ю.В. О способе разработки водоплавающей залежи с запасами низконапорного газа // Neftgaz. RU №7 (103), С.22–27 (БАК).

Разработчик: ИПНГ РАН.

Результат 4

Исследование термодинамических свойств углеводородных смесей, моделирование гидротермодинамических, физико-химических и геомеханических процессов в геосредах с целью повышения эффективности разработки трудноизвлекаемых запасов нефти и газа

Авторы: Кияченко Ю.Ф., Поднек В.Э., Сирота А.С., Юдин И.К., Григорьев Б.А., Максимов В.М.

Проведены важнейшие исследования:

1. Создана и протестирована оптическая РrТi-установка (давление-плотность-температура-интенсивность) идентификации и изучения околокритического состояния модельных и пластовых УВ- флюидов. (рис. 104)

2. Решена проблема интеграции датчика давления в оптическую ячейку и тонкого дозирования объема флюида.

3. Предложен критерий выделения околокритической области по интенсивности критической опалесценции.

4. Впервые на экспериментально определенной фазовой диаграмме пластовой смеси приведена область предпереходного околокритического состояния (рис. 103).

Результаты работы были изложены на III Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы исследования нефтегазовых пластовых систем».

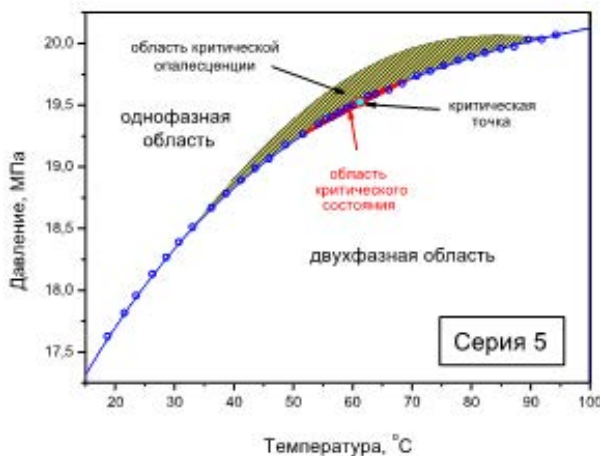


Рис. 103. Экспериментально определенная фазовая диаграмма смеси

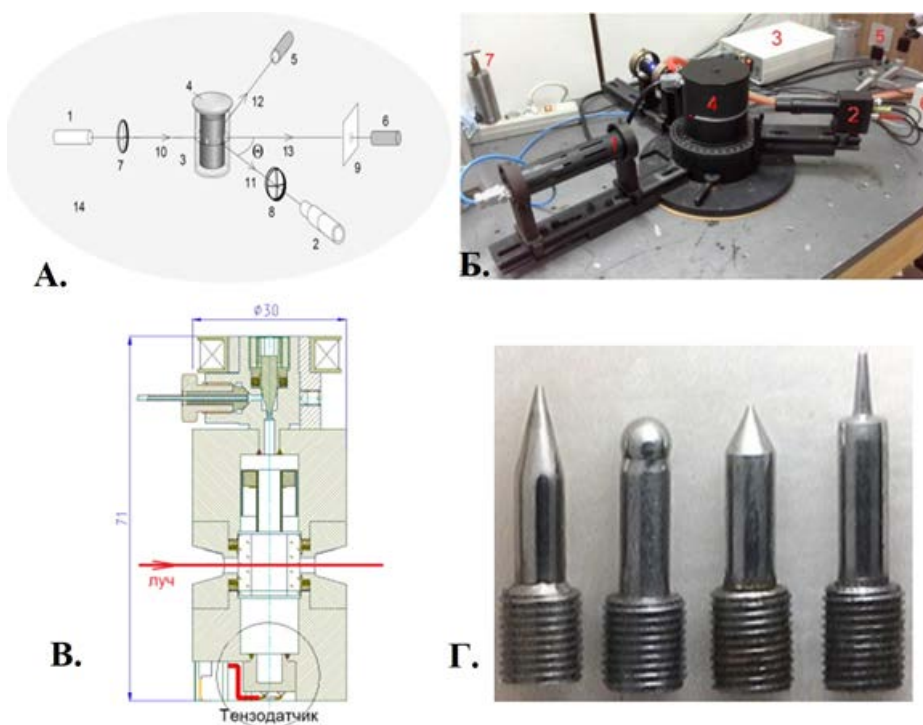


Рис. 104. А. Оптическая схема установки; Б. Установка в «железе»; В. Ячейка с датчиком; Г. Иглы встроенного давления вентилля ячейки

Разработчик: ИПНГ РАН.

Результат 5

Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (фундаментальные, поисковые и прикладные исследования)

Авторы: Дмитриевский А.Н., Д.А. Каушанский, В.Б. Демьяновский.

Формулировка: «Исследование физико-химических и физико-реологических свойств дисперсных полиэлектролитных гелевых систем в нефтегазодобыче».

Технические параметры: обоснована возможность образования в прискважинном пространстве высокопроницаемых каналов, по которым вместе с потоком пластовой жидкости могут двигаться частицы разрушенной породы пласта в скважину. Предложен метод ограничения выноса песка в скважину на основе дисперсной полимерно-гелевой системы. Для снижения производственных рисков при реализации технологии с применением полимерных гелей обоснован наиболее эффективный деструктор – гипохлорит натрия и перекись водорода.

Области возможного применения: месторождения нефти и газа.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения: получение дополнительных объёмов нефти с низкой себестоимостью.

Степень готовности разработки к практическому применению – 100%.

Сравнительные характеристики с известными разработками: результатов аналогичных разработок не выявлено.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки:

1. Порошковая композиция для ограничения водопритоков в скважины и способ её применения. Каушанский Д.А., Демьяновский В.Б. Патент на изобретение RU 2712902 C2, 31.01.2020. Заявка № 2018111983 от 03.04.2018.

2. Способ ограничения водопритоков в газовых скважинах с аномально низким пластовым давлением. Каушанский Д.А., Демьяновский В.Б. Патент на изобретение RU 2711202 C2, 15.01.2020. Заявка № 2017146261 от 27.12.2017.

Разработчик: ИПНГ РАН.

Результат 6

Рациональное природопользование и эффективное освоение нефтегазовых ресурсов арктической и субарктической зон Земли.

Исполнители: В.И.Богоявленский, И.В.Богоявленский, А.Д.Дзюбло, Т.А.Каргина, А.В.Кишанков, Р.А.Никонов, С.А.Сидоренко, О.С.Сизов.

Технические параметры: для полуострова Ямал построены не имеющие аналогов картографические схемы распространения 7185 бугров пучения, 1860 зон мощной дегазации со дна термокарстовых озёр, рек и заливов, а также схема риска выбросов газа, базирующаяся на комплексном анализе данных космосъёмки высокого разрешения и экспедиционных исследований. Обосновано, что наиболее газозрывоопасной является восточная часть Ямала, где выделены Южно-Тамбейская и Сеяхинская экстремальные зоны. Установлена региональная связь выявленных зон дегазации с районами аномально повышенной концентрации метана в атмосфере, зафиксированной спектрометром TROPOMI с космического аппарата Sentinel-5P. Выявлены аномальные зоны эмиссии метана, предположительно связанные с техногенными факторами.

Области возможного применения: полученные результаты могут быть использованы для повышения безопасности функционирования объектов нефтегазового комплекса на полуострове Ямал и снижения риска возникновения аварийных и катастрофических ситуаций, а также для выявления техногенных зон повышенной эмиссии метана. По официальному запросу материалы готовятся к передаче в 2020 году ООО «Газпром добыча Надым», с которым заключено соглашение о научно-техническом сотрудничестве.

Степень готовности разработки к практическому применению – 90%.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Возможный технический эффект определяется повышением надёжности выделения опасных газонасыщенных объектов в криосфере Земли. Экономический эффект от внедрения результатов исследований определяется снижением числа аварий и катастроф за счёт раннего выявления потенциально опасных объектов, угрожающих мощными выбросами и взрывами газа. Экономический эффект от внедрения может быть определён стоимостью инфраструктуры, спасённой от уничтожения взрывом газа, а также уменьшением репутационных рисков добычи углеводородов для компании – недропользователя и страны в целом.

Сравнительные характеристики с известными разработками: результатов аналогичных известных разработок не выявлено.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: по результатам исследований авторами опубликовано более 10 научных статей в открытой печати. Заявки на патент не подавались.

Разработчик: ИПНГ РАН.

Результат 7

Название научной работы: «Рациональное природопользование и эффективное освоение нефтегазовых ресурсов арктической и субарктической зон Земли»

Научный руководитель темы – зам. директора ИПНГ РАН по научной работе, зав.лаб., чл.-корр. РАН, д.т.н. Богоявленский В.И.

Исполнители: Корниенко С.Г., Хренов Н.Н.

Технические параметры: результаты исследований показывают, что в реальных условиях параметр «кажущаяся тепловая инерция» (КТИ), определяемый по данным ДЗЗ видимого и теплового диапазона длин волн, позволяет характеризовать влажность и теплоизоляционные свойства (эффективную теплопроводность) тундрового напочвенного покрова (мхи, лишайники, торф) толщиной 12–15 см.

Области возможного применения: полученные результаты могут быть использованы для разработки методик картографирования и мониторинга теплоизоляционных свойств различных типов тундрового напочвенного покрова, оценки состояния мёрзлых грунтов, характеристики степени дренирования поверхности, прогнозирования развития опасных геокриологических процессов (ОГП) вблизи объектов нефтегазового комплекса (в т.ч. магистральных трубопроводов) в криолитозоне.

Степень готовности разработки к практическому применению – 50%.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения:

Возможный эффект от внедрения полученных результатов определяется перспективами получения новых данных об изменении состояния мерзлых грунтов, вероятности развития опасных геокриологических процессов вблизи промышленных объектов, изменении объёмов эмиссии парниковых газов. Экономический эффект от внедрения результатов исследований определяется снижением числа аварий, связанных с ОГП, за счёт раннего выявления признаков их развития и превентивных геотехнических мероприятий по их устранению.

Сравнительные характеристики с известными разработками: результатов аналогичных известных разработок не выявлено.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: по результатам исследований заявка на патент не подавалась.

Разработчик: ИПНГ РАН.

Результат 8

Название научной работы: «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (фундаментальные, поисковые и прикладные исследования)».

Исполнители: А.Н. Дмитриевский, О.Н. Сарданашвили, Н.А. Еремин, А.Д. Черников, О.К. Чашина-Семенова, Л.К. Фицнер, В.Е. Столяров, Ю.Г. Богаткина.

Технические параметры: **разработана вторая версия интеллектуально-логической системы (ИЛС) «Граф» на основе концепции инженерии знаний в нефтегазовых инвестиционных проектах и принципов построения интеллектуальных систем на базе единой Smart платформы**, которая позволяет проводить в автоматизированном режиме технико-экономическую оценку вариантов разработки месторождений на основе современных компьютерных технологий. Результаты исследований показывают, что Интеллектуально-Логическая-Система (ИЛС) «ГРАФ» способна решать любые прикладные задачи в формате «скаляр-вектор». Система способна накапливать и анализировать информацию на основе прикладных баз знаний.

Области возможного применения: современная оценка технико-экономической эффективности нефтегазового проекта предполагает построение интеллектуально-логической системы (ИЛС) «Граф» на основе концепции инженерии знаний в нефтегазовых инвестиционных проектах и принципов построения интеллектуальных систем, которая позволяет проводить в автоматизированном режиме технико-экономическую оценку вариантов разработки месторождений на основе современных компьютерных технологий. Разработанная с этой целью автоматизированная система на базе единой Smart платформы послужила основой для теоретических и прикладных исследований в области применения экономического моделирования и современных информационных технологий. Система позволяет проводить многокритериальную оценку экономических рисков по вариантам разработки месторождений с применением теории нечётких множеств.

Степень готовности разработки к практическому применению – 100%.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения: Техничко-экономический эффект от внедрения результатов исследований определяется снижением временных затрат (до 6%) и повышением коэффициента производительности труда (до 2–3%) при использовании интеллектуально-логической системы (ИЛС) «Граф» на базе единой Smart платформы при технико-экономической оценке эффективности применения инновационных технологий на нефтегазовых месторождениях. Возможный эффект от внедрения полученных результатов определяется многократным перестроением программного кода на основании применения современных информационных технологий, а именно, применение CASE-технологий, алгоритма сочетания пар на двудольных графах, алгоритма поиска в глубину в иерархических системах.

Сравнительные характеристики с известными разработками: результатов аналогичных разработок не выявлено.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки:

Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Чашина-Семенова О.К., Фицнер Л.К., Черников А.Д. Автоматизированная система выявления и прогнозирования осложнений в процессе строительства нефтяных и газовых скважин // Подана заявка на Патент на полезную модель № 2020129671/03 (053358) от 08.09.2020.

Публикации:

1. А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин, А.Д. Черников и др. Об увеличении продуктивного времени бурения нефтегазовых скважин с использованием методов машинного обучения. Георесурсы. – 2020. Т. 22. № 4. С. 68–76.

2. Ерёмин Н.А., Богаткина Ю.Г., Лындин В.Н. Информационно-экономический подход для оценки нефтегазовых инвестиционных проектов. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 3. С. 335–346.

3. Н.А. Еремин, О.Н. Сарданашвили, В.Е. Столяров, А.Д. Черников, Е.А. Сафарова, Д.С. Филиппова, А.В. Горева Безаварийное газовое производство // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2020. – № 12. С. 51–60.

4. Ерёмин Н.А., Богаткина Ю.Г., Лындин В.Н. Информационно-экономический подход для оценки нефтегазовых инвестиционных проектов. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 3. С. 335–346.

Монография: Богаткина Ю.Г. Оценка эффективности инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли с использованием механизмов автоматизированного моделирования Москва, ООО «МАКС Пресс», 2020. 248 с.

Разработчик: ИПНГ РАН.

60. Модуль фитосистемы (фитосадки) для биологической очистки промышленных сточных вод от минеральных загрязнителей

Исполнители: д.б.н. Иванова Л.А., к.б.н. Мязин В.А., к.т.н. Фокина Н.В.

Направление использования или применения научной разработки.

Разработанная технология может быть использована для очистки сточных карьерных вод горнодобывающих предприятий, рыбоводческих хозяйств в Евро-Арктическом регионе от различных загрязнителей, трансформации антропогенно-нарушенных водоёмов (отстойники, затопленные карьеры) в природоподобные экосистемы.

Аннотация практической значимости или экономического эффекта.

Краткая характеристика основных технических параметров.

Разработана технология производства фитосадков. Данные конструкции предназначены для размещения в них водных погружённых растений, концентрации и удерживания их, препятствие выносу за пределы конструкции и водоёма. Фитосадки размещаются в водоёме вертикально по всей глубине водоёма в требуемых местах. Размеры и способ размещения конструкции зависят от профиля, глубины водоёма, объёма биологической загрузки и вида растений. Универсальным можно считать размер 1,0*1,0*1,0 метр. Фитосадки изготавливаются из пластиковой сетки с размером ячеек 10–20 мм. По верхнему краю фитосадка закрепляется каркас, выполняющий функцию поплавка и элемента жесткости, изготовленный из пластиковых труб диаметром 40–110 мм, соединённых в квадрат или прямоугольник нужного размера. К нижнему краю фитосадка крепят «якорь» для удержания садка на месте. Также возможно соединение фитосадков друг с другом.

В качестве биоматериала для создания водопогружённых растительных блоков можно использовать аборигенные виды погруженных растений-макрофитов.

Области возможного использования.

Для повышения эффективности биологической очистки промышленных сточных вод от минеральных загрязнителей.

Возможный экономический эффект от внедрения.

Сокращение затрат на осуществление биологической очистки промышленных сточных вод от минеральных загрязнителей, сроков формирования фитocenozов, снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Разработанные рекомендации готовы к применению.

Сравнительная характеристика с известными разработками.

Фитосадки выполняют функцию биологически активной самовоспроизводящейся системы растительных сообществ разного типа для очистки загрязнённых вод на глубоководных участках водоёмов. Их использование является экологически безопасным для окружающей среды.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Иванова Л.А., Корнейкова М.В., Мязин В.А., Фокина Н.В., Редькина В.В., Евдокимова Г.А. «Модуль фитосистемы для биологической очистки промышленных сточных вод от минеральных загрязнителей». Заявка на Патент РФ (дата поступления 10.06.2020, вх. № 034131).

Разработчик: ИППЭС КНЦ РАН.

61. Программа для оценки изменчивости завихренности касательного напряжения трения ветра и вертикальной экмановской скорости

Автор: Губарев А.В.

Программа предназначена для оценки характеристик сезонной и межгодовой изменчивости завихренности касательного напряжения трения ветра (ЗКНТВ) и вертикальной экмановской скорости (ВЭК), а также расчёта их трендов по данным ре-анализов. Результаты расчётов могут быть использованы при решении задач диагноза и прогноза состояния системы океан-атмосфера в выбранном регионе.

Основные функции программы:

- расчёт ЗКНТВ и ВЭК для выбранного региона по данным о меридиональной и зональной компонентах вектора ветра из ре-анализов NCEP-DOE, ERA-Interim, MERRA2, JRA-55;

- расчёт среднемесячных, среднегодовых величин, среднеквадратических отклонений, линейных трендов ЗКНТВ и ВЭК, а также уровня их значимости;

- построение полей рассчитанных величин.

Язык программирования: Matlab

Объем: 196 Кб.

ОС: MS Windows.

Результат нашёл практическое применение для подготовки статей по теме госзадания и защищён свидетельством о госрегистрации программы для ЭВМ. Экономический эффект оценить сложно.

Публикации:

Аверьянова Е.А., Губарев А.В., Полонский А.Б. О пространственно-временной изменчивости и трендах завихренности касательного напряжения трения ветра в Чёрном море // Системы контроля окружающей среды. 2020. №. 1 (39). С. 27–36. DOI: 10.33075/2220-5861-2020-1-27-36. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42897064> (дата опубликования – 20.03.2020 г.) ЕГИСУ НИОКТР АААА-А19-119040490047-7.

Губарев А.В., Аверьянова Е.А. Программа для оценки изменчивости завихренности касательного напряжения трения ветра и вертикальной экмановской скорости над. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020665758. Дата регистрации – 30 ноября 2020 г.

Разработчик: ИПТС.

62. Бистатистический содар для исследования полей ветра и характеристик турбулентности в приземном и пограничном слоях атмосферы

В ИФА РАН в 2020 году получен Патент Российской Федерации № 2735909 на изобретение «Бистатистический содар для исследования полей ветра и характеристик турбулентности в приземном и пограничном слоях атмосферы».

Авторы: Крамар В.Ф., Чхетиани О.Г., Куличков С.Н., Каллистратова М.А., Кузнецов Р.Д., Кузнецов Д.Д.

Изобретение относится к наземным аппаратным средствам акустического дистанционного зондирования нижних слоев атмосферы и может быть использовано для получения информации о скорости и направлении ветра, пульсационных характеристиках ветра в приземном и пограничном слоях атмосферы с недоступными ранее характеристиками. Мёртвая зона – 1 м (ранее – более 17 м), а для ровных бетонных поверхностей – практически от 0 м.; разрешение по высоте 1 м. (ранее – от 10 м), что особенно важно для обеспечения безопасности полётов авиации, включая палубную авиацию. Успешная верификация данных разработанного минисодара проведена на Цимлянской научной станции (ЦНС) ИФА путём сравнения этих данных с измерениями скорости ветра ультразвуковым термометром-анемометром марки USA-1 (со-ником), установленным на 10-метровой мачте, расположенной на расстоянии 35 м от содара.

Разработчик: ИФА РАН.

63. Бортовой гравиградиентометр (БГГМ) на базе высокочувствительных гравинерциальных датчиков для малых космических аппаратов мониторинга гравитационного поля Земли

Разработка выполнена совместно с НИИ КС им. А.А. Максимова.

Краткие характеристики основных технических параметров:

Параметр	Значение
Диапазон измеряемых ускорений, м/с ²	$\pm 10^{-3} - 10^{-4}$
Диапазон измеряемых БГГМ градиентов ускорений, Е(Этвеш)	$\pm 100\,000$
Разрешение, Е	$\pm 0,5$
Частотный диапазон, Гц	0,15...0,001
Потребляемая мощность, Вт, не более	1,2
Масса БГГМ, кг, не более	3

Область возможного использования: результаты данной разработки могут быть использованы в отечественном проекте по созданию перспективной космической геодезической системы «ГЕО-ИК-3», способной выполнять задачи, аналогичные зарубежным проектам CHAMP, GRACE и GOCE, а также для корректировки орбиты КА.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Экспериментальный образец спутникового гравиградиентометра успешно прошёл наземные испытания. Разработка готова к стадии ОКР.

Возможный технический и (или) экономического эффект от внедрения:

Гравиградиентометр предназначен для использования в составе новой Российской космической системы глобального геодезического мониторинга «ГЕО ИК-3» для определения градиентов силы тяжести и других параметров

гравитационного поля Земли. Запуск гравиметрических спутников намечен на 2028 год.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Сравнительный уровень, перспективного БГГМ и лучших зарубежных гравитационных градиентометров

	Градиентометр на основе акселерометров STAR фирмы ONERA, проект CHAMP, 2000 г.	Градиентометр на основе акселерометров STAR фирмы ONERA, проект GRACE, 2002 г.	Градиентометр на основе акселерометров Super STAR фирмы ONERA, проект GOCE, 2009 г.	БГГМ на базе перспективных отечественных акселерометров, построенных на основе предлагаемого изобретения ИФЗ РАН и НИИ КС имени А.А. Максимова
Разрешение акселерометров	3×10^{-9} м/с ²	3×10^{-9} м/с ²	2×10^{-12} м/с ²	$10^{-10} - 10^{-12}$ м/с ²

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: подготовлена заявка на изобретение: В.Б. Дубовской, В.Г. Пшеняник, В.И. Леонтьев, И.А. Боев «Низкочастотный спутниковый акселерометр» (заявители – ИФЗ РАН и НИИ КС имени А.А. Максимова). Материалы представлены для рассмотрения в Департамент автоматических космических комплексов и систем и Центр учёта и анализа результатов научно-технической деятельности Госкорпорации «Роскосмос» и принятия решения о форме правовой охраны и порядке использования полученных результатов.

Разработчики: ИФЗ РАН и НИИ КС имени А.А. Максимова.

64. Устройство для геофизических исследований

Краткие характеристики основных технических параметров.

Устройство для геофизических исследований, включающее мультироторный летательный аппарат, состоящий из рамы с лучами, к которой прикреплены по меньшей мере четыре электродвигателя, регуляторы скорости двигателя, система управления полетом с трёхосевым гироскопом, трёхосевым акселерометром, барометром, геофизические приборы, приемник сигналов ГНСС с антенной, отличающееся тем, что оно снабжено блоком данных индикаторов полета, системой синхронного сбора данных измерений, выполненных геофизическими приборами, и данных блока индикаторов полёта, курсовой камерой, соединённой с блоком аналоговой видеопередачи изображения. В качестве геофизических приборов используют, по меньшей мере, один прибор, выбранный из группы: камера видимого диапазона, мультиспектральная камера, сканиру-

ющий лидар, магнитометр, гравиметр, радоновый датчик, георадар, устройство для электроразведки.

Область возможного использования.

Устройство предназначено для выполнения геофизических измерений, таких как геомагнитные измерения, георадарная разведка, электроразведка, радиоизотопные измерения, измерения формы рельефа, мультиспектральное картирование.

Степень готовности разработки к практическому применению.

Проводятся полевые испытания образца с использованием различных датчиков регистрации геофизических полей.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения.

Повышает эффективность исследований за счёт выполнения целого комплекса геофизических измерений на больших площадях и в условиях труднопроходимой местности. Уменьшает время и затраты на исследования, повышает качество геофизических исследований и точность измерений.

Сравнительные характеристики с известными разработками.

Известны «Беспилотный аэромагнитный комплекс коптерного типа» (БАМК) [RU 173 640 U1], «Комплекс для беспилотной аэромагниторазведки» [RU 172 078 U1], «Воздушный геофизический разведывательный комплекс» [US 20 180 239 046 A1], «Способ гравиметрической съёмки с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА)» [RU 2697474 C1]. Данные разработки в основном выполняют аэромагнитометрию в режиме автономного управления.

Беспилотный геофизический комплекс в качестве аппаратуры для выполнения геофизических измерений использует комплекс устройств. Возможно проведение площадных автономных и пилотируемых геофизических измерений.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получено решение о выдаче патента на полезную модель по заявке № 2020128261/28(050241) на «Устройство для геофизических исследований» от 25.08.2020.

Разработчик: ИФЗ РАН.

65. Новая методика проведения оптических исследований образцов *in situ* в ячейке с алмазными наковальнями

Разработана и апробирована новая методика проведения оптических исследований образцов *in situ* в ячейке с алмазными наковальнями и внешним нагревом до 500 °С и более, позволяющая получать спектры комбинационного рассеяния и инфракрасные спектры твёрдых, жидких и газообразных фаз в широком диапазоне давлений и температур.

Исполнители: к.г.-м.н. Черткова Н.В., д.г.-м.н. Спивак А.В., вед. эл. Захарченко Е.С., проф. Ю.А. Литвин.

Методика апробирована в контрольных опытах по диссоциации борана аммиака (NH_3BH_3).

Разработчик: ИЭМ РАН в кооперации с ИФВД РАН и ИФТТ РАН.

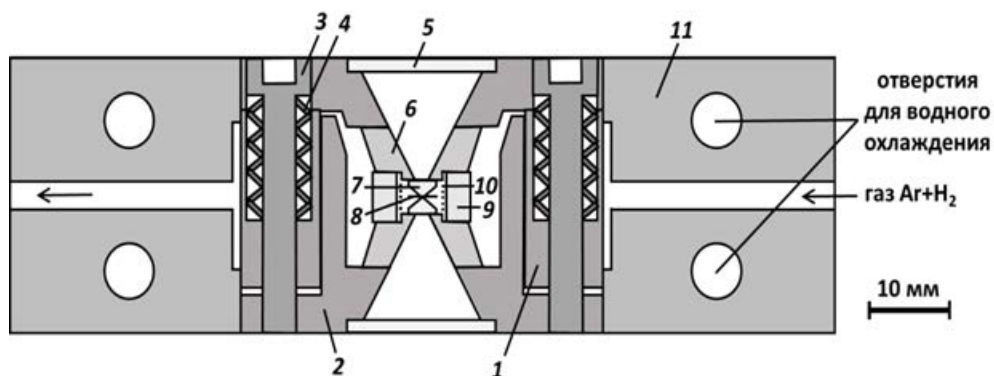


Рис. 105. Установка высокого давления для оптических исследований. 1 – цилиндрическая часть ячейки с алмазными наковальнями; 2 – поршневая часть ячейки с алмазными наковальнями; 3 – винты для создания усилия; 4 – пружины; 5 – кварцевые стекла; 6 – опоры алмазных наковален; 7 – алмазные наковальни; 8 – металлическая прокладка; 9 – керамическая подложка для нагревательного элемента; 10 – проволочный нагревательный элемент; 11 – металлический блок с отверстиями для водного охлаждения и продувки ячейки инертным газом с примесью водорода

66. Малогабаритный волнографический буй

Авторы: Юровский Ю.Ю., Дулов В.А.

Разработан малогабаритный волнографический буй на основе миниатюрного датчика, включающего в себя микроэлектромеханический акселерометр, гироскоп и магнитометр (рис. 106). Основное предназначение прибора – измерения характеристик поверхностного волнения в условиях, требующих быструю постановку/сворачивание измерителя, например, на судовых океанографических станциях, в целевых натурных экспериментах и т.п. Геометрические размеры, масса и стоимость прибора радикально уменьшены по сравнению с промышленными образцами за счёт снижения автономности, являющейся излишней в краткосрочных измерениях. Малые габариты позволяют существенно расширить полосу пропускания измерителя и определять параметры коротких волн, не разрешаемых традиционными волнографическими буями, но играющих важную роль в обменных процессах на границе океан-атмосфера.

Публикация:

Yurovsky Yu.Yu., Dulov V.A. MEMS-based wave buoy: Towards short wind-wave sensing // Ocean Engineering. – 2020. – Vol. 217. – 108043, URL: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108043>

Разработчик: МГИ РАН.

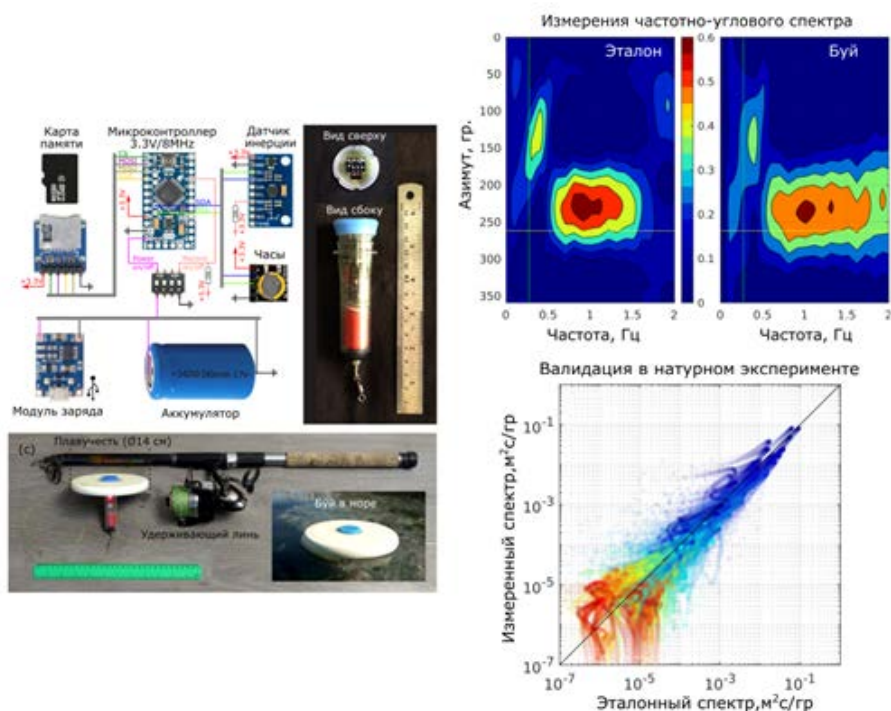


Рис. 106. Малогабаритный волнографический буй и примеры получаемых данных

67. Система оперативного контроля параметров прибрежной морской среды

Авторы: Толстошеев А.П., Мотыжев С.В., Лунев Е.Г.

Разработана и реализована в экспериментальном образце система контроля гидрофизических параметров прибрежной морской среды (рис. 107). Измерительный сегмент системы представляет собой автономную платформу сбора данных с телекоммуникационным каналом сети сотовой связи GSM на основе модема SIM800C (Simcom). Контролируемые параметры: географические координаты, температура воды в поверхностном и подповерхностном слоях моря, мутность морской воды, характеристики поверхностного волнения. Проведены долговременные натурные испытания экспериментального образца системы. На основании анализа полученных результатов испытаний сделан вывод о возможности и целесообразности её внедрения в состав сети оперативных систематических наблюдений прибрежных акваторий.

Публикация:

Tolstosheev A.P., Motyzhev S.V. and Lunev E.G. Results of Long-Term Monitoring of the Shelf Water Vertical Thermal Structure at the Black Sea Hydrophysical Polygon of RAS // Physical Oceanography. – 2020. – 27(1). – Pp. 69–80. doi:10.22449/1573-160X-2020-1-69-80

Разработчик: МГИ РАН.

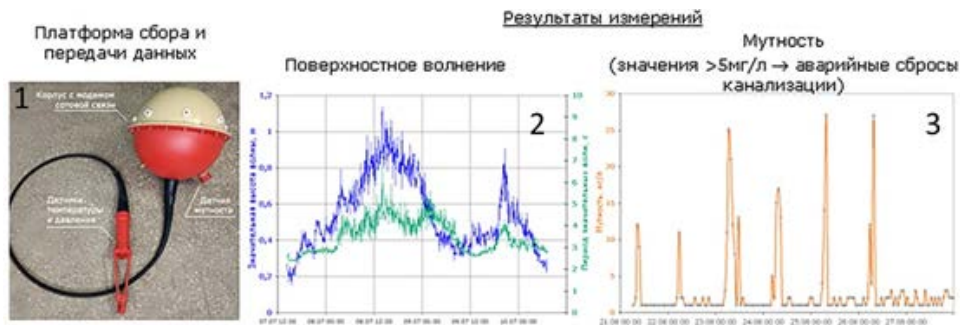


Рис. 107. Система оперативного контроля параметров прибрежной морской среды: измерительный сегмент системы – платформа сбора и передачи данных (1); полученные характеристики поверхностного волнения (2) и мутности морской воды (3)

68. Устройство для отбора неконденсированного газа из каналов гейзеров

Краткая характеристика основных технических параметров.

Полезная модель относится к классу оборудования, использующегося для исследования или анализа материалов путём определения их химических или физических свойств, и может быть использована для отбора проб неконденсированного газа из каналов гейзеров.

Сравнительная характеристика с известными разработками: наиболее близким из известных аналогов является отбор проб в вакуумированные барботеры по методике ASTM E1675 – 04 (2012) (Standard Practice for Sampling Two-Phase Geothermal Fluid for Purposes of Chemical Analysis). Недостатком аналога устройства является: отсутствие серийного производства барботеров с трёхходовыми кранами и надёжной герметизацией кранового узла; хрупкость барботеров, приводящая к риску их разрушения в полевых условиях; ограничение по объёму отбираемой пробы приводит к невозможности отбора неконденсирующегося газа при малых газосодержаниях и повторному отбору; отсутствие насадки-пробоотборника для погружения в канал гейзера на глубину до нескольких метров.

Задача, решаемая предлагаемой полезной моделью: осуществление дистанционного отбора проб газа из газонасыщенного канала, заполненного водой с температурой до 100 °С (канал гейзера).

Поставленная задача решается погружением пробоотборной капиллярной трубки с металлической воронкой на конце (служащей одновременно утяжелителем, централизатором и газоуловителем) в канал гейзера с последующим всасыванием пробы газонасыщенной воды высокотемпературным (до 100 °С) мембранным насосом с автономным электрическим питанием.

Области возможного применения: решение указанной выше задачи необходимо для мониторинга режима гейзеров и обеспечения безопасности природоохранной инфраструктуры и туризма.

Сущность технического решения состоит в создании устройства, состоящего из портативного электрического насоса с автономным питанием 12 В, 0,5 А,

расход жидкости 2 л/мин, работающего при температуре до 100 °С (R385HT), капиллярной пробоотборной трубки из нержавеющей стали с газоуловителем в виде металлической воронки на конце.

Формула полезной модели: устройство для отбора неконденсированного газа из каналов гейзеров содержит пробоотборную капиллярную трубку с металлической воронкой на нижнем конце, выполняющей также функции утяжелителя, централизатора и газоуловителя, и штуцером на верхнем конце для соединения со входом высокотемпературного мембранного насоса, высокотемпературный мембранный насос с автономным электрическим питанием, собранный в корпусе и включающий входной и выходной штуцера, тумблер включения питания с индикатором, выполненные на корпусе насоса, а также батарейные контейнеры для питания насоса постоянным током 12 В и соединительные фторопластовые трубки.

Степень готовности разработки к практическому применению: продукт готов к внедрению.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: Патент № 195670. Заявка № 2019110388 от 05.04.2019. Дата регистрации: 03.02.2020 г. Патентообладатели: Поляков А.Ю., Кирюхин А.В. (сотрудники ИВиС ДВО РАН).

Разработчик: ИВиС ДВО РАН.

69. Устройство для отбора конденсата воды из фумарол

Краткая характеристика основных технических параметров. Полезная модель относится к классу оборудования, использующегося для исследования или анализа материалов путём определения их химических или физических свойств, и может быть использована для отбора проб конденсата воды и неконденсирующегося газа из фумарол.

Сравнительная характеристика с известными разработками: наиболее близким из известных аналогов является: отбор проб, при помощи стандартного стеклянного медицинского шприца Жане, ёмкостью 150 мл, в барботеры с трёхходовыми кранами. Недостатком аналога устройства является: отсутствие серийного производства барботеров с трёхходовыми кранами и надёжной герметизацией кранового узла; хрупкость барботеров, приводящая к риску их разрушения в полевых условиях; ограничение по объёму отбираемой пробы приводит к невозможности отбора неконденсирующегося газа при малых газосодержаниях; продолжительный по времени (1–2 часа) процесс отбора конденсата при помощи шприца Жане.

Задача, решаемая предлагаемой полезной моделью: осуществление автоматизированного отбора проб конденсата воды и газа из парогазовой разгрузки фумаролы. Поставленная задача решается погружением пробоотборной трубки в канал фумаролы с последующим всасыванием парогазовой смеси шестеренчатым насосом с автономным электрическим питанием и последующим отбором накопившегося в барботерах конденсата воды.

Области возможного применения: решение указанной выше задачи необходимо для мониторинга фумарольной активности вулканов и гидротермальных систем.

Сущность технического решения состоит в создании устройства, включающего малогабаритный шестеренчатый электрический насос с автономным питанием 6 В, 0.5 А, расходом жидкости 2 л/мин, работающим при температуре до 80 °С (MABUCHI DC360), перфорированную пробоотборную трубку из титана с силиконовым шлангом, подсоединенным к охлаждающей системе, состоящий из двух барботеров.

Формула полезной модели: устройство для отбора конденсата воды из фумарол, содержащее перфорированную пробоотборную титановую трубку, которая посредством силиконового шланга соединена с двумя стеклянными барботерами системы охлаждения-сбора конденсата, указанные барботеры соединены между собой силиконовой трубкой и погружены в охлаждающую жидкость, при этом выход второго барботера через силиконовую трубку подключён к входному штуцеру насоса с автономным питанием собранного в футляре с соединительными фторопластовыми трубками, при этом входной, выходной штуцера, а также тумблер включения/выключения питания с индикатором находятся на корпусе насоса.

Степень готовности разработки к практическому применению. Продукт готов к внедрению.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: Патент № 195671. Заявка № 2019115698 от 21.05.2019. Дата регистрации: 03.02.2020 г. Патентообладатели: Поляков А.Ю., Кирюхин А.В. (сотрудники ИВиС ДВО РАН).

Разработчик: ИВиС ДВО РАН.

70. Программа для ЭВМ «Geoacoustics3DView»

Краткая характеристика основных технических параметров. Программа позволяет в режиме реального времени отображать результаты работы системы геомеханического мониторинга, включая положение и параметры регистрируемых сейсмоакустических событий и акустически активных зон. Текущее состояние геомеханического мониторинга подгружается в трёхмерную модель шахтного поля. Имеется возможность настроить параметры отображения акустически активных зон и классов событий, сгруппированных по энергетической характеристике. Программа позволяет просматривать статистическую информацию и строить карты и разрезы участка массива с регистрируемыми и рассчитываемыми параметрами.

Область возможного использования: разработанная программа предназначена для работы в составе автоматизированной системы контроля горного давления «Prognoz ADS», взаимодействуя с её базой данных. Программа рекомендуется к применению на предприятиях с опасной геодинамической обстановкой. Она может применяться как диспетчерами горных предприятий для контроля текущего состояния эксплуатируемого породного массива, так и

техническими специалистами, отвечающими за прогнозирование и предотвращение опасных проявлений горного давления.

Степень готовности разработки к практическому применению: «Geoacoustics3DView», применяется в научно-исследовательской работе и планируется к внедрению на горных предприятиях.

Технический и экономический эффект от внедрения: программа обеспечивает повышение уровня безопасности ведения горных работ и, как следствие, снижение аварийности производства и травматизма работников. Она позволяет более оперативно реагировать на изменяющуюся геодинамическую обстановку.

Сравнение с известными разработками: разработка является современным программным продуктом и отличается надёжностью работы и широкими техническими возможностями.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: Гладырь А.В., Ломов М.А., Константинов А.В., Аникин М.И., Терёшкин А.А. Geoacoustics3DView. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ RU 2020610487 от 23.01.2020. 10.03.2020. Заявка № 2020610487 от 23.01.2020.

Разработчик: ИГД ДВО РАН.

71. Технология флотационного обогащения руд и нерудного минерального сырья с тонковкрапленными ценными компонентами

Краткая характеристика основных технических параметров. Основные особенности предложенной технологии состоят в использовании для процесса флотации вводимых в перерабатываемую водно-минеральную суспензию (пульпу) газоводных эмульсий, содержащих тонко диспергированные пузырьки водорода и кислорода. Газоводные эмульсии получают электрохимическим методом: эмульсию «кислород-вода» – пропусканием низкоконцентрированного водного раствора исходных реагентов через анодную камеру проточного мембранного электролизера, а подготовку водно-газовой смеси, насыщенной пузырьками водорода преимущественно размером 50 мкм и менее, осуществляют пропусканием раствора через катодную камеру проточного мембранного электролизера. Смешивание минеральной суспензии с газоводной эмульсией «кислород-вода» и водно-газовой смесью, насыщенной пузырьками водорода, производят непосредственно в камере флотационной машины, где минеральную суспензию перемешивают и насыщают пузырьками воздуха повышенной флотационной крупности. При этом водно-газовую смесь, насыщенную пузырьками водорода, после пропускания через катодную камеру проточного мембранного электролизера дополнительно подвергают ультразвуковой обработке, а во время или после ультразвуковой обработки в водно-газовую смесь дозированно вводят флотореагенты: пенообразователь, депрессор и собиратель. Причем ввод собирателя – ксантогената натрия или калия, в газоводную эмульсию «кислород-вода» осуществляют в низких концентрациях для частичного окисления их до диксантогенотида, а полученную эмульсию подают в смеситель с минеральной суспензией одновременно с водно-газовой смесью до ввода в камеру флотационной машины.

Области возможного использования: применяется в горнорудной и горно-химической промышленности

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработка готова к промышленной реализации.

Технический и экономический эффект от внедрения. Технический эффект – повышение степени извлечения меди и сопутствующих благородных металлов из упорных руд с размером содержащих их минералов от 20 мкм на 10–15 % и более.

Сравнение с известными разработками: в сравнении с известными способами флотации позволяет вовлекать в переработку тонковкрапленные руды и техногенное минеральное сырье с остаточным содержанием «тонкого» и дисперсного золота и серебра в переизмельченных (шламовых) частицах сульфидных минералов.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Патент 2725429 РФ, МПК В03D 1/02. Способ флотационного обогащения руд и нерудного минерального сырья / Секисов А.Г., Прохоров К.В., Рассказова А.В., Литвинова Н.М., Копылова А.Е., Шепета Е.Д., Киенко Л.А., Воронова О.В. Заявитель и патентообладатель Федеральное гос. бюджет. учреждение науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН. – № 2020107072; заявл. 14.02.2020; опубли. 02.07.2020, Бюл. № 19.

Разработчик: ИГД ДВО РАН.

72. Программа для расчёта трубопроводов пароводяной смеси SWIP-S

Краткая характеристика основных технических параметров. Программа выполнена на языке Visual Basic for Applications, позволяет рассчитывать перепады давления в трубах большого диаметра при транспортировке пароводяной смеси в широком диапазоне расходов, давлений и паросодержаний.

Области возможного использования. Предназначена для расчёта трубопроводов пароводяной смеси при освоении геотермальных месторождений.

Степень готовности разработки к практическому применению. Готова к практическому применению.

Технический и экономический эффект от внедрения. Применение данной программы позволит оптимизировать системы транспортировки двухфазного геотермального теплоносителя и повысить эффективность использования фонда добычных скважин.

Сравнение с известными разработками. По сравнению с ранее используемым аналогом (программа MODEL), новая программа допускает течение с низкими скоростями, что становится актуальным в связи с тенденцией к снижению производительности скважин со временем, и использует теоретически обоснованный критерий устойчивости потока, способный учитывать наклон трубопровода.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: Шулюпин А.Н., Чермошенцева А.А., Чернев И.И., Варламова Н.Н. SWIP-S // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020660438, 3.09.2020. Заявка № 2020619195 от 18.08.2020.

Разработчик: ИГД ДВО РАН.

73. Способ формирования обогащённых зон техногенной россыпи цикличным воздействием фильтрационного потока

Краткая характеристика основных технических параметров. Разработана технология отработки техногенных россыпных месторождений благородных металлов, первично отработанных открытым раздельным или подводным способом, с формированием обогащённой зоны. Для интенсификации процесса миграции частиц золота и сокращения расхода технологической воды организуется цикличное воздействие фильтрационного потока на подготавливаемый блок песков, что обеспечивает миграцию частиц высокой плотности и формирование обогащённого слоя песков, промывка которого осуществляется на промывочном приборе с развитой схемой обогащения. Пески с низким содержанием перемещаются за границы подготавливаемого блока песков.

Области возможного использования. Изобретение относится к горной промышленности и предназначено для открытой разработки техногенных россыпных месторождений благородных металлов, первично отработанных открытым раздельным или подводным способом.

Степень готовности разработки к практическому применению. Технология прошла полупромышленные испытания на россыпном месторождении руч. Болотистый (Хабаровский край).

Технический и экономический эффект от внедрения. Технический результат изобретения заключается в технологической эффективности подготовки к отработке техногенных россыпных месторождений благородных металлов за счёт интенсификации процесса миграции ценных компонентов, сокращения объёмов промывки песков и уменьшения объёма технологической воды. Способ позволяет вовлекать в отработку месторождения, эксплуатация которых ранее считалась нерентабельной, что позволит увеличить объёмы добычи золота в традиционных золотодобывающих районах и создать новые рабочие места.

Сравнение с известными разработками. Недостатками известных способов является низкая эффективность процесса миграции ценных компонентов, большой объём горно-подготовительных работ, а также значительный объём технологической воды, необходимой для затопления полигона и формирования фильтрационного потока.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Патент 2712880 РФ, МПК E21C 41/30. Способ формирования обогащённых зон техногенной россыпи цикличным воздействием фильтрационного потока / Литвинцев В.С., Алексеев В.С., Таганов В.В. Заявитель и патентообладатель Федеральное гос. бюджет. учреждение науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН. – № 2019119944; заявл. 25.06.2019 ; опубл. 31.01.2020, Бюл. № 4.

Разработчик: ИГД ДВО РАН.

Типизация основных промывочных приборов

Краткая характеристика основных технических параметров. В результате анализа эксплуатационных расходов и энергоёмкости процесса обогащения песков россыпных месторождений золота выполнена типизация основных промывочных приборов, получены показатели удельных расходов топлива и эксплуатационных затрат, проведена оценка качества подготовки песков. Получены данные удельных затрат работы прибора на 1 м³ песков, что позволит рассчитать эффективность применения конкретного прибора в зависимости от содержания золота в эфельных и галечных фракциях хвостов обогащения, а также необходимость его замены на прибор либо более производительный, либо позволяющий повысить качество дезинтеграции (размыва песков) (табл. 1).

Табл. 1. Эксплуатационные показатели промывочных приборов

Наименование	ППМ-5	ГИТ-52	ПГШ-50	ПЗШ-100	ПБШ-100
Производительность фактическая, м ³ /час	70	100	40	90	90
Суммарная установочная мощность, кВт	135	98	290	658	135
Суммарный суточный расход ДТ, т	0,51	0,39	1,04	2,12	0,50
Стоимость прибора без НДС, млн. руб.	9	5,5	3,7	12	7
Годовые эксплуатационные затраты, млн. руб	3,5	0,5	0,8	5	1
Сезонная производительность, работа 20 ч/сут, 150 дней/году, тыс. м ³	210	300	120	270	270
Сезонный расход топлива, 150 сут, т	76,5	58,3	155,3	317,6	74,7
Сезонные расходы (ГСМ 50 тыс. руб./тонна, запчасти, амортизация 20%), млн руб.	9,1	4,5	9,3	23,3	6,1
Удельный расход топлива, кг/м ³	0,36	0,19	1,29	1,18	0,28
Удельные затраты работы прибора на 1 м ³ песков, руб	43	15	78	86	23

Области возможного использования. Разработка может быть использована в горнодобывающей промышленности при разработке россыпных месторождений.

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработка готова к использованию.

Технический и экономический эффект от внедрения. Разработка позволит на стадии проектирования рассчитать эффективность применения выбранного промывочного прибора в конкретных горно-геологических условиях.

Сравнение с известными разработками. Существует много научно-практических работ, связанных с выявлением и оценкой факторов, влияющих на эффективность обогащения песков россыпей на шлюзах промывочных приборов, при этом вопросам энергоёмкости процесса обогащения, а также оценке эффективности процесса грохочения песков и стоимости обслуживания приборов (эксплуатационные расходы) уделяется мало внимания.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки: Seryi R., Alekseev V. Estimation of operating costs and energy consumption in beneficiation of alluvial gold deposits [Электронный ресурс] // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 192. DOI: 10.1051/e3sconf/202019201007.

Разработчик: ИГД ДВО РАН.

74. Способ разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых

Область возможного использования. Способ может быть использован при открытой разработке сложноструктурных месторождений, сложенных прочными горными породами, характеризующихся природным обогащением полезными компонентами мелких классов взорванной руды, в частности руд с вкрапленной сульфидной минерализацией, ассоциирующей с кварцем.

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработана конструкция усовершенствованного карьерного экскаватора для выемки руд, содержащих обогащённые мелкие классы. Способ заключается в совмещении выемочно-погрузочного процесса рудной массы с процессом отделения непосредственно в ковше обогащённой полезным компонентом рудной мелочи через специальные просеивающие поверхности в стенке и днище ковша с последующим перемещением рудной мелочи системой пневмотранспортирования в накопительный бункер отдельного транспортного средства (рис. 108).

Технический и экономический эффект от внедрения. Дополнительные элементы рабочего оборудования, обеспечивающие разделение рудной массы в ковше и её последующее перемещение, имеют небольшую металлоёмкость, компактны и могут устанавливаться на карьерные экскаваторы без их значительной модернизации. Это позволит проводить усовершенствование выемочного оборудования без больших капитальных затрат. Применение данного решения позволит увеличить коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр и снизить удельные затраты на добычу минерального сырья.

Сравнение с известными разработками. Предлагаемый способ выемки взорванной горной массы при разработке сложноструктурных месторождений в сравнении с традиционными технологиями позволяет снизить потери минерального сырья путём отделения мелких фракций из некондиционной руды.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Патент 2714418 РФ, МПК E02F 3/407, E02F 7/06 Способ разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых / Чебан А.Ю., Секисов А.Г., Секисов Г.В., Хрунина Н.П. Заявитель и патентообладатель Федеральное гос. бюджет. учреждение науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН. – № 2019123355; заявл. 18.07.2019; опубл. 14.02.2020, Бюл. № 5. – 6 с.

Чебан А.Ю., Секисов А.Г. Карьерный экскаватор с рабочим оборудованием для отделения обогащённой рудной мелочи // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2020. – Т. 18. – № 1. – С. 16-22.

Разработчик: ИГД ДВО РАН.

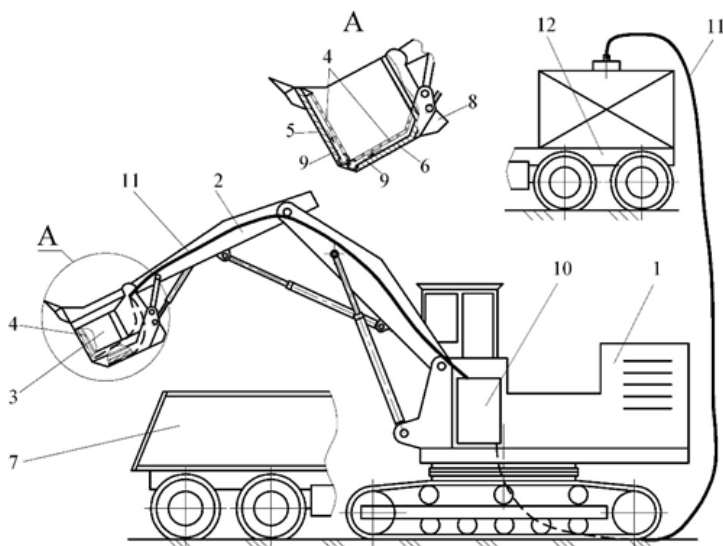


Рис. 108. Схема выемки руды с раздельной погрузкой в транспортные средства: 1 – карьерный экскаватор; 2 – рабочее оборудование; 3 – ковш; 4 – просеивающие поверхности; 5 – стенка ковша; 6 – днище ковша; 7 – автосамосвал; 8 – вибратор; 9 – внутренние полости; 10 – система пневмотранспортирования; 11 – гибкий трубопровод; 12 – транспортное средство с накопительным бункером

75. Методика оценки техногенных запасов на основе данных дистанционного зондирования Земли

Краткая характеристика основных технических параметров. Разработана методика применения информационных технологий (анализа данных ДЗЗ) при проектировании и организации работ по вовлечению в эксплуатацию техногенных россыпей.

По космическим снимкам с использованием разных спектральных полос, по выбранным наиболее информативным сочетаниям синтезируются цветные и псевдоцветные изображения. На основании их анализа выявляются собственно техногенные объекты (полигоны первичной отработки), определяются их контуры и площади. Также определяются технологии разработки полигонов (дражная, гидравлическая), применяемые при первичной разработке, участки рек с нарушенными руслами. По этим же снимкам выявляют технологическую инфраструктуру, не показанную на топокартах, и возможность её повторного использования (рис. 109). Во многих случаях удаётся выделить отвалы (части отвалов), содержащие в повышенных концентрациях сопутствующие минералы.

По картам нормализованного вегетационного индекса растительности NDVI фиксируются массивы более ценных тёмнохвойных лесов с целью минимизации ущерба, наносимого природной среде при организации работ.

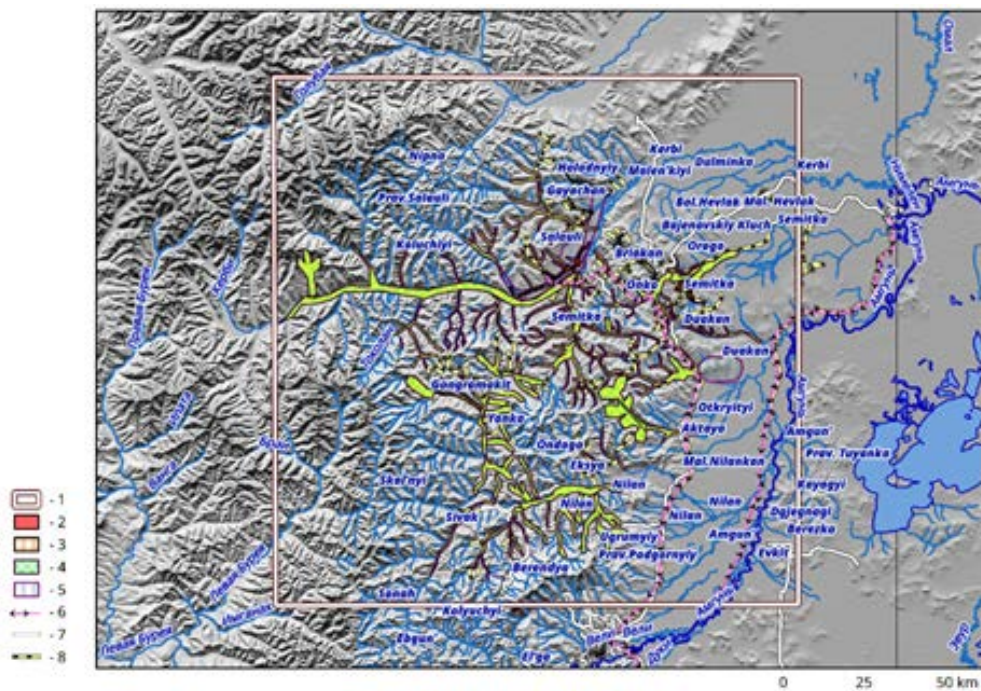


Рис. 109. Карта Кербинского золото-рассыпного узла. Основа: Цифровая модель рельефа на базе матрицы высот SRTM03. 1 – исследуемая площадь; техногенные образования: 2 – полигоны комбинированной раздельной отработки; 3 – полигоны гидравлической отработки; 4 – полигоны дражной и гидравлической отработки неразделенные; 5 – площади разведочных работ; Объекты инфраструктуры: 6 – линии электропередач; 7 – дороги, нанесённые на топокарту; 8 – дороги, установленные на основе интерпретации снимков. 2–6 и 8 определены по спутниковым снимкам

Области возможного использования. Разработка может быть использована в горно-добывающей промышленности при оценке запасов и проектировании техногенных россыпных месторождений.

Степень готовности разработки к практическому применению. Готова к практическому применению. Методика апробирована на примере Кербинского золото-рассыпного узла.

Технический и экономический эффект от внедрения. Применение методики при проектировании разработки техногенных россыпных месторождений позволяет повысить эффективность работ и снизить трудозатраты на стадии предварительного изучения потенциальных объектов разработки.

Сравнение с известными разработками. Известны работы, направленные на изучение техногенных образований и степени восстановления этих площадей с помощью дистанционного мониторинга, однако отсутствуют исследования, на-

правленные на комплексную оценку перспектив вовлечения отходов в переработку и подготовленности инфраструктуры к освоению исследуемых участков.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Litvintsev V., Usikov V., Ozaryan Yu., Alekseev V. Assessment of reserves and resources of technogenic complexes of gold-bearing deposits using remote sensing methods on the example of the Kerbinsky gold-bearing region (Khabarovsk Region) [Электронный ресурс] // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 192. – P. 04016. DOI:10.1051/e3sconf/202019204016.

Разработчик: ИГД ДВО РАН.

76. Способ добычи торфа в зимний период

Краткая характеристика основных технических параметров. После промерзания торфяной залежи на глубину около 30 см, когда залежь способна выдерживать нагрузки от экскаватора, бульдозера-болотохода, выполняют освобождение поверхности торфяной залежи от снежного покрова. Затем приступают к экскавации торфа из залежи, при этом глубина отбора торфа составляет не менее 2,5 м, а его влажность 56–60%. Добытый кусковой торф складывают на волокуши или санные транспортные средства, которые вывозятся за пределы производственной площади, где подвергаются интенсивному низкотемпературному выветриванию и сублимационной сушке, в течение 3–4 суток. Кусковой торф, сложенный на волокуши или на санные транспортные средства, образует фигуры сушки, высотой не менее 2 м. Обезвоженный за счёт сублимационной сушки жидкой фазы, торф (фигуры сушки) с содержанием влаги 50% и менее транспортируют по зимнему снеговому проезду бульдозерами-болотоходами в сцепке с волокушами до места перегрузки, где перегружается в грузовой автомобиль и транспортируется до места переработки. В результате различной формы кусков торфа в фигурах сушки образуется большое количество воздухопроницаемых полостей, которые способствуют интенсификации выветриванию торфа и сублимационной сушке. При этом торф находится в криогенном, трёхфазном состоянии – твёрдом, жидком и пластическо-цементирующем (лёд). При замораживании происходит реакция полимеризации органической части торфа, что способствует обезвоживанию торфа и интенсифицирует процесс сушки.

Области возможного использования. Разработка относится к добыче торфа, а именно к способу экскавации в зимний период торфяной залежи, находящейся в районах, недоступных для добывающей техники в весенне-летне-осенний период года.

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработка успешно апробирована НИГТЦ ДВО РАН на Митогинском месторождении торфа Усть-Большерецкого муниципального района Камчатского края.

Технический и экономический эффекты от внедрения. В сравнении с существующими технологиями добычи торфа использование данной разработки позволит снизить энергетические, финансовые и временные ресурсы при добыче торфа.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Разработка проста в осуществлении и может быть применена на существующей технике и оборудовании.

Патентоспособность и патентная защита разработки. Получен патент на изобретение – Пашкевич Р.И., Иодис В.А. «Способ добычи торфа в зимний период» №2715134, заявка №2019130840, от 28.08.2019 г., дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 25.02.2020 г., патентообладатель НИГТЦ ДВО РАН.

Разработчик: НИГТЦ ДВО РАН.

77. Способ производства топливных гранул из замороженного торфа

Краткая характеристика основных технических параметров. Мороженный торф (влажность – 50% и менее) транспортируется по зимнему снеговому проезду к месту его переработки (производственный цех). В цеху торф измельчается в замороженном состоянии в измельчителе. Далее измельченный торф подвергают конвекционной сушке горячим воздухом до влажности 20% и дополнительному измельчению (диаметр частиц 3–5 мм) в сушильном барабане. Температура входящего сухого воздуха в барабан 200–250 °С, а выходящего 120–130 °С. Продолжительность процесса сушки составляет 9–23 мин. Из сушильного барабана частицы торфа с температурой 110 °С поступают в камеру, где продувкой воздухом из производственного цеха с температурой 23 °С, охлаждаются до температуры 30–32 °С. Далее охлаждённые частицы торфа перемещаются в гранулятор (пеллетайзер), где в процессе прессования и продавливания через перфорированную кольцевую матрицу получают торфяные топливные гранулы (пеллеты) диаметром 8 мм. В процессе прессования и получения гранул температура торфа возрастает и достигает 38–43 °С. Затем пеллеты укладывают в открытые сетчатые поддоны и ставят на хранение при нормированных параметрах внутреннего воздуха производственного цеха 23 °С и относительной влажности 50% (температура окружающей среды). В процессе хранения влажность торфяных топливных гранул падает до 10–12%. После этого пеллеты упаковываются. Воздух, выходящий из сушильного барабана с температурой 120–130 °С и воздух из зоны охлаждения гранул с температурой 72–75 °С вместе поступают в теплообменник, используемый для обогрева производственного цеха, и затем сбрасываются в атмосферу.

Области возможного использования. Разработка предназначена для торфяной промышленности и может быть использована при производстве топливных гранул (пеллет) из мороженого торфа.

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработка готова к практическому применению, что подтверждается экспериментами, проведёнными в НИГТЦ ДВО РАН с целью получения торфяных топливных гранул в отдельных частях технологического процесса.

Технический и экономический эффекты от внедрения. В сравнении с существующими технологиями переработки торфа, где применяются дополни-

тельные операции такие, как пневмосепарация и нагревание торфяного сырья в процессе измельчения, в данной разработке за счёт небольшой влажности доставляемого к месту переработки торфа, он лучше поддаётся измельчению, не требует нагрева. Ввиду этого существенно сокращается продолжительность термической операции как наиболее энергоёмкой и влияющей на себестоимость получаемого продукта. Кроме этого, в разработке применена досушка в производственном цехе, что также снизит энергозатраты на производство 1 кг готового продукта.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Разработка проста в осуществлении и может быть применена на стандартном оборудовании.

Патентоспособность и патентная защита разработки. Получен патент на изобретение – Пашкевич Р.И., Иодис В.А. «Способ производства топливных гранул из мороженого торфа» № 2721560, заявка № 2019137123, от 20.11.2019 г., дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20.05.2020 г., патентообладатель НИГТЦ ДВО РАН.

Разработчик: НИГТЦ ДВО РАН.

78. Способ осушения углекислого газа после регенерации синтетического цеолита при производстве жидкой двуокиси углерода высшего сорта из подземных источников

Краткая характеристика основных технических параметров. Смесь природного углекислого газа и водяных паров поступает в газгольдер 1 (рис. 110) при открытом вентиле 2. Из газгольдера при давлении 0,17 МПа и температуре 10 °С через открытый вентиль 4 подаётся в адсорбер влаги 7 с синтетическим цеолитом марки КА-СО. В это время второй адсорбер 8 находится на регенерации. Закрыты вентили 3, 5, 9 – 11, 14, открыты вентили 4, 6, 12. Из адсорбера 7 осушенный газ всасывается двухступенчатым безмасляным углекислотным компрессором 15. После первой ступени сжатия газ с давлением 0,4 МПа и температурой 70 °С поступает в промежуточный водяной холодильник 16, где охлаждается. Далее охлажденный углекислый газ при температуре 15–30 °С всасывается второй ступенью компресса и сжимается до давления 1,75 МПа и температуры 120–130 °С. Затем основная часть газа нагнетается в водяной холодильник 17, проходя который, газ направляется на конденсацию, а небольшая часть 1,92–1,95% от расхода газа подаётся в адсорбер 8, через вентиль 6, для регенерации цеолита. Продолжительность регенерации в сутки составляет 0,92–1,1 часа. После регенерации и остывания цеолита в адсорбере 8, продолжительностью 2,8–3,12 часа, его включают в работу, а работающий до этого адсорбер 7 переключают на регенерацию. Углекислый газ и пары воды из регенерируемого адсорбера 8 при давлении 0,17 МПа при открытом вентиле 9 поступают в водяной холодильник 13, где охлаждаются до температуры 30–50 °С и углекислый газ осушается. Далее при открытом вентиле 14 газ смешивается с осушенным углекислым газом после адсорбера при температуре смеси 10,5–11 °С и всасывается первой ступенью компрессора 15.

Области возможного использования. Разработка предназначена для отраслей промышленности, использующих двуокись углерода высшего сорта, и может быть использована при производстве жидкого диоксида углерода.

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработка готова к практическому применению.

Технический и экономический эффекты от внедрения. В сравнении с существующими технологиями производства жидкого диоксида углерода, в данной разработке отсутствуют потери углекислого газа (регенерация осушающего цеолита), снижены капитальные и эксплуатационные затраты. Кроме этого, нагретая в теплообменниках установки вода используется для обогрева производственных помещений или бытовых нужд.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Разработка проста в осуществлении и может быть применена на существующем оборудовании.

Патентоспособность и патентная защита разработки. Получен патент на изобретение – Иодис В.А. «Способ осушения углекислого газа после регенерации синтетического цеолита при производстве жидкой двуокиси углерода высшего сорта из подземных источников» № 2717063, заявка № 2019137307, от 21.11.2019 г., дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 17.03.2020 г., патентообладатель НИГТЦ ДВО РАН.

Разработчик: НИГТЦ ДВО РАН.

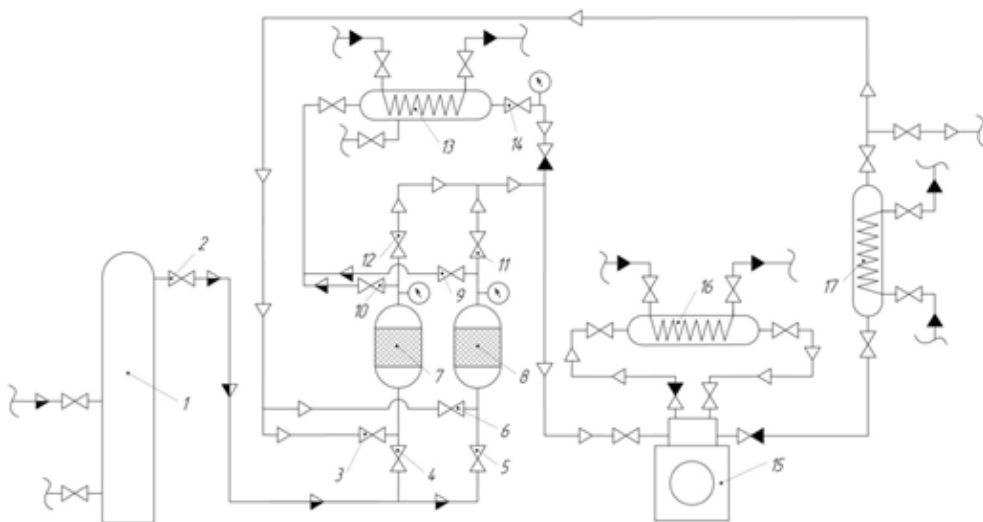


Рис. 110. Способ осушения углекислого газа после регенерации синтетического цеолита при производстве жидкой двуокиси углерода высшего сорта из подземных источников

79. Волнограф

Краткая характеристика основных технических параметров.

Автономный измеритель вариаций гидростатического давления:

- автономность работы до 1 года;
- рабочая глубина (предел измерений) до 40 м;
- погрешность измерения давления – 0,1% от предела измерений;
- разрешающая способность по давлению 0,01%.

Область применения: волнограф (рис. 111) предназначен для получения информации по волновому режиму акваторий для инженерных расчётов при проектировании морских сооружений.

Степень готовности к практическому применению: разработаны конструкторская документация и специальное программное обеспечение, отработаны технологические решения основных элементов станции, проведены морские исследования экспериментального образца на работоспособность.



Внедрение продукта: регистрация поверхностного волнения.

Сравнительная характеристика с уже известными разработками: по сравнению с аналогами обладает повышенной надежностью.

Результаты опубликованы: Догин Д.В., Зайцев А.И., Зайцева М.Ю. Регистрация поверхностного волнения по данным гидростатического давления. В сборнике: Информационные системы и технологии – 2019. Сборник материалов XXV Международной научно-технической конференции. 2019. С. 1028–1032.

Рис. 111. Волнограф

Разработчик: СКБ САМИ ДВО РАН.

80. Автономный измеритель профиля скорости звука

Краткая характеристика основных технических параметров:

- рабочая глубина – до 1000 м;
- погрешность измерения скорости звука в воде – не более 1,0 м/с;
- погрешность измерения давления – 0,1 % от предела измерений; погрешность измерения – температуры – 0,1 °С.

Область применения: прибор (рис. 112) предназначен для измерения профиля скорости звука при проведении высокоточной батиметрической съемки.

Степень готовности к практическому применению: разработаны конструкторская документация и специальное программное обеспечение, проведены морские испытания опытного образца, прибор готов к серийному выпуску.

Внедрение продукта: прибор является импортозамещающим в условиях санкционных ограничений на поставку в РФ.

Сравнительная характеристика с уже известными разработками: аналогичен зарубежным образцам.

Сведения о патентоспособности или патентной защите: в процессе.

Разработчик: СКБ САМИ ДВО РАН.



Рис. 112. Прибор для измерения профиля скорости звука

81. Причины недооценки лавинной и селевой опасности при инженерных изысканиях для строительства

Краткая характеристика основных технических параметров.

Определены основные причины недооценки лавинной и селевой опасности при инженерных изысканиях для строительства. Выявлены проблемы недооценки лавинной и селевой опасности как причины лавинных и селевых катастроф, возникающих вследствие несовершенства методик расчёта параметров лавин и селей и их режима, применяемых при инженерных изысканиях для строительства. Определены основные недостатки традиционных методик расчёта параметров лавин и селей, принятых в нормативных документах (СП 428.1325800.2018 «Инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных районах. Общие требования»; СП 479.1325800.2019 Инженерные изыскания для строительства в районах развития селевых процессов. Общие требования»; СП 479.1325800.2019 «Инженерные изыскания для строительства в районах развития селевых процессов. Общие требования»; СП 33-101 «Свод правил по определению расчётных гидрологических характеристик»), регламентирующих инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных и селеопасных районах.

Преимущества: снижение лавинных и селевых рисков для объектов, сооружений и селитебных территорий по сравнению с рисками, возникающими при оценке лавинной и селевой опасности в соответствии с методами и подходами, принятыми в нормативных документах, регламентирующих инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных и селеопасных районах.

Область применения. Расчёты параметров лавин и селей при оценке лавинной и селевой опасности для объектов, сооружений и селитебных территорий и разработке мероприятий противолавинной и противоселевой защиты при проектно-изыскательских работах. Корректировка нормативных документов, регламентирующих инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных и селеопасных районах.

Охрана прав интеллектуальной собственности. Результаты опубликованы в научных изданиях (Виноградов А.Ю., Казаков Н.А. Сели и карчеходы на равнинных территориях. Гидросфера. // Опасные процессы и явления. Т. 2, вып. 3, 2020; Казакова Е.Н., Боброва Д.А., Казаков Н.А. Проблемы недооценки лавинной опасности как причина лавинных катастроф. // Сборник докладов между-

народной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова «Четвёртые Виноградовские чтения. Гидрология от познания к мировоззрению». Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2020. С. 274–279; Черноус П.А. Снеголавинные расчёты в нормативной базе инженерных изысканий для строительства в лавиноопасных районах. //Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова «Четвёртые Виноградовские чтения. Гидрология от познания к мировоззрению». Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2020. С. 366–371; Черноус П.А. Оценивание лавинной опасности в государственных регламентирующих документах. // Сборник докладов XVII гляциологического симпозиума, Санкт-Петербург, 17–20 ноября 2020).

Внедрение продукта. Рекомендации по изменению подходов к оценке лавинной и селевой опасности и методов расчёта динамических характеристик лавин и селей и их обеспеченности при инженерных изысканиях для строительства вносились в Министерство строительства РФ во время подготовки СП 428.1325800.2018 «Инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных районах. Общие требования» и СП 479.1325800.2019 «Инженерные изыскания для строительства в районах развития селевых процессов. Общие требования».

Разработчик: СКБ САМИ ДВО РАН.

82. Метод определения районов размещения плантаций марикультуры на основе результатов гидродинамического моделирования

Краткая характеристика основных технических параметров. Разработан метод определения районов размещения плантаций марикультуры на основе результатов гидродинамического моделирования. С помощью модели Delft3D Flow выполнено численное моделирование гидродинамического режима бухты Воевода (о. Русский, залив Петра Великого, Японское море). Русловой и распределённый приток с примыкающих к акватории бухты территорий смоделирован с помощью гидрологической модели SWAT. Установлены значения и обеспеченность солёности и горизонтальной скорости течения для условий обитания гидробионтов. Для выделения границ зон выращивания устрицы (*Crassostrea gigas*) и гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) использованы линии равной обеспеченности оптимальных условий обитания для пастбищных плантаций и садкового выращивания.

Области возможного использования. Планирование и оптимизация марикультурной деятельности, морское пространственное планирование.

Степени готовности разработки к практическому применению. Сформулирована идея, основные принципы наблюдались и были документированы. Проведён анализ существующих на рынке решений, определена потребность в новом продукте, сформулировано перспективное алгоритмическое решение. Проведён экспертный анализ предлагаемого решения: ценность, удобство, реализуемость, востребованность.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Широкое внедрение данной технологии в практику марикультурной деятельности в перспективе поможет оптимизировать использование производственных площадей уже действующих марикультурных хозяйств и обеспечить эффективность проектируемых объектов.

Сравнение с известными разработками. В настоящее время в мировой практике накоплен успешный опыт применения данных глобальных и региональных моделей, разработаны разнообразные комплексные критерии, учитывающие географические, гидрологические, экологические, экономические и другие факторы при обосновании размещения и устойчивого функционирования мореферм. Задача реализации подобных технологий для развития и повышения эффективности марикультуры Дальневосточного региона представляется чрезвычайно перспективной.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Предварительный анализ патентоспособности разработки показывает её перспективность по критериям новизны, изобретательскому уровню и полезности (применимости на практике).

Разработчик: ТИГ ДВО РАН.

83. Высокодетальная цифровая модель русла, рельефа поверхности поймы и прилегающей местности р. Зея на участке от слияния рек Зея и Селемджа – г. Благовещенск; р. Амур в среднем течении на участке г. Благовещенск – г. Хабаровск; р. Усури на участке г. Лесозаводск – г. Хабаровск

Краткая характеристика основных технических параметров. Построена высокодетальная цифровая модель русла (ЦМР), рельефа поверхности поймы и прилегающей местности р. Зея на участке от слияния рек Зея и Селемджа – г. Благовещенск; р. Амур в среднем течении на участке г. Благовещенск – г. Хабаровск; р. Усури на участке г. Лесозаводск – г. Хабаровск (рис. 113).

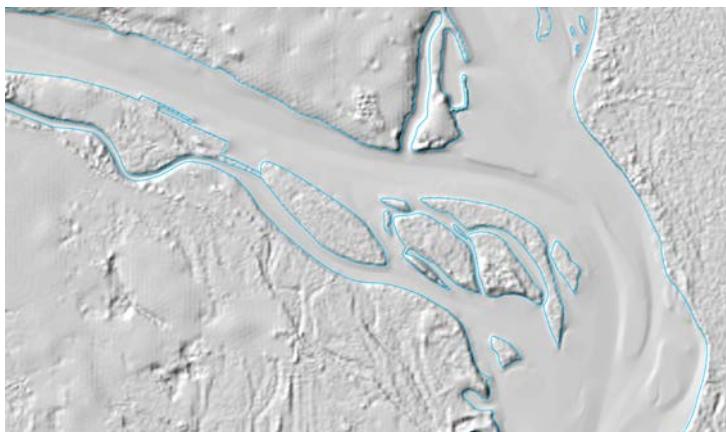


Рис. 113. Фрагмент ЦМР русла и прирусловой поймы (в тених)

Модель строилась на основе:

- батиметрической информации лоцманской карты;
- мультिवременных материалов космической съёмки сверхвысокого разрешения с отечественных систем дистанционного зондирования «Ресурс-П № 1, 2» (мультिवременные снимки позволили получить актуальную информацию об урезах воды, соответствующих различным уровням подъёма воды, что позволило более точно воспроизвести модель поверхности прирусловых участков поймы);
- цифровой модели поверхности Airbus Defence and Space WorldDEM4Ortho с разрешением 24 м.

Пространственное разрешение модели – 10 м.

Область возможного использования. Численное гидродинамическое моделирование гидрологического режима в бассейне р.Амур.

Степень готовности разработки к практическому применению. Модель готова к началу проведения численных экспериментов по гидродинамическому моделированию течений рек Зея и Амур в среднем и нижнем течениях при различных гидрологических ситуациях. Модель будет периодически корректироваться с учётом корректур, вносимых в лоцманскую карту.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Ситуационный анализ потенциального развития опасных гидрологических явлений и процессов для научно обоснованного планирования мероприятий по минимизации наносимого наводнениями социально-экономического и экологического ущерба.

Рекомендации по планированию хозяйственной деятельности, гидротехнического строительства и оперативного реагирования на ЧС в долинах рек с использованием комплексных оценок риска затопления и развития водно-эрозионных процессов при наводнениях.

Сравнительная характеристика с известными разработками. Цифровых моделей русла р.Амур, рельефа поверхности поймы и прилегающей местности подобной предварительной детальности неизвестны.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Анализ по оценке патентоспособности показывает её перспективность.

Разработчик: ТИГ ДВО РАН.

84. Способ контроля состояния вентиляционной функции лёгких человека при неблагоприятных воздействиях

Краткая характеристика основных технических параметров. Способ осуществляют путём измерения динамики продолжительности шумов форсированного выхода, зарегистрированных на трахее в полосе частот 200–2000 Гц до и после неблагоприятного воздействия. Продолжительность шумов форсированного выдоха определяют по огибающей шумового процесса. Сравнивают величины динамики параметра в процентах с ранее определенным по известным методикам пороговым значением данного параметра. При превышении полученной величины порогового значения фиксируют наличие негативных

изменений в вентиляционной функции лёгких в ответ на неблагоприятное воздействие.

Области возможного использования. Способ может быть использован для неинвазивного оперативного контроля состояния вентиляционной функции лёгких в полевых и экстремальных условиях (водолазные погружения, космические полёты, автономное подводное плавание и т. д.), а также в чрезвычайных ситуациях (технологические и природные катастрофы, химические отравления, боевые действия и т. д.). Позволяет просто, электробезопасно, объективно и неинвазивно осуществить контроль состояния дыхательной системы, регистрируя минимальные изменения в вентиляционной функции легких.

Степень готовности разработки к практическому применению. Способ перспективен с точки зрения его использования, о чём свидетельствует заключённый в октябре 2020 года договор неисключительной лицензии с фирмой «РуКэп» на использование способа.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Защищён патентом РФ № 2405429. Авторы: д.т.н. Коренбаум В.И., д.м.н. Почекутова И.А., к.т.н. Тагильцев А.А., Костив А.Е., к.т.н., Кирьянова В., Градобоев В.Н. (лаборатория акустической томографии, лаборатория океанотехники).

Разработчик: ТОИ ДВО РАН.

85. Мобильная установка для определения цветовых характеристик горных пород

Краткая характеристика основных технических параметров. Разработана конструкция мобильной установки с функцией фотометра-колориметра для бесконтактного безбликового определения цветовых и текстурно-структурных характеристик образцов, включая визуальные, обладающих свойствами зеркального и диффузного отражения, обеспечивая приведение информации к единому стандарту для образцов, снятых в различных условиях (в разное время, под разными углами освещения и с разного расстояния).

Установка (рис. 114) представляет собой корпус, состоящий из двух непрозрачных герметично соединённых частей, в одной из которых размещена оптическая система в виде фотометрического шара, установленного на поддон, расположенный во второй части корпуса и снабжённый кареткой для образца, выполненной с возможностью передвижения вдоль поддона. Внутренняя поверхность фотометрического полого шара представляет собой неселективный диффузный отражатель с четырьмя отверстиями: для фотодатчика, источника освещения, зеркальной ловушки и аналитического окна. Источник освещения установлен снаружи шара в герметично примыкающем к отверстию шара трубчатом канале, а в качестве измерительного модуля установлен цифровой ФОТОАППАРАТ, соединённый с системой регистрации и обработки данных. Все внутренние поверхности корпуса, включая внешнюю поверхность самого шара, покрыты светопоглощающим веществом, в то время как внутренняя поверхность шара покрыта светоотражающим покрытием.

Области возможного использования. Может применяться для определения цвета различных объектов, в том числе со свойствами диффузного и зеркального отражения, и может быть использована, в частности, для определения цветовых характеристик горных пород в виде плотных или рыхлых агрегатов, слагающих земную кору, состоящих из однородных или различных минералов, либо минералов и обломков других горных пород, особенно для морских донных осадков.

Установка обеспечивает высокую оперативность, достоверность количественной информации высокого разрешения об особенностях поверхности горных пород, обладающих свойствами диффузного и зеркального отражения, в том числе и протяжённых, за счёт исключения светового влияния окружающей среды, удаления эффекта блика исследуемых образцов и высокой изотропности оптической системы.

Степень готовности разработки к практическому применению. Изготовлен опытный образец установки с диаметром фотометрического шара 49 см для оперативного получения информации о цвете морских донных отложений непосредственно на борту судна. Её характеристики позволяют работать с половинками кернов до 15 см в диаметре и длиной до 110 см. В целом установка представляет сборную конструкцию из двух неподвижно и герметично закреплённых между собой непрозрачных прямоугольных корпусов. Опробована в экспедиционных исследованиях ТОИ ДВО РАН.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Установка находится на стадии регистрации патента на изобретение. Авторы: к.г.-м.н. Колесник А.Н., к.г.-м.н. Босин А.А. (Лаборатория геохимии осадочных процессов, лаборатория палеоокеанологии).

Разработчик: ТОИ ДВО РАН.

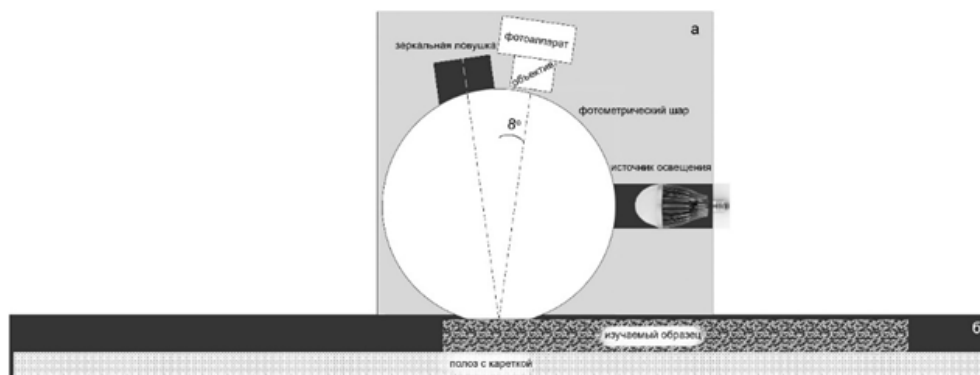


Рис. 114. Схема мобильной установки для определения цветовых характеристик горных пород

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

1. Демографическое самочувствие России

Краткая характеристика основных технических параметров. В конце 2019 – начале 2020 годов научным коллективом ИСПИ ФНИСЦ РАН проведено Всероссийское социологическое исследование «Демографическое самочувствие России».

Объект исследования – представители различных поколений (возрастных групп) жителей России: респонденты в возрасте от 18 до 50 лет.

Выбор возрастной структуры объекта исследования обусловлен необходимостью сравнения взглядов различных возрастных групп, выявлением поколенческих различий в демографическом поведении россиян. Кроме того, лица в возрасте 18–50 лет характеризуются значительной миграционной активностью, это люди бракоспособного и репродуктивного возраста, модели самосохранительного поведения которых в значительной степени влияют на уровень заболеваемости и смертности населения.

Предмет исследования – представления различных поколений о моделях демографического поведения, семейной и демографической политике.

Цель исследования. Выявить тенденции и специфику трансформации представлений о моделях демографического поведения в семье и семейной, демографической политике у разных поколений для формирования эффективных стратегий реализации национальных демографических проектов.

Область возможного использования. Исследование позволяет с учётом представительных эмпирических данных определить направления и особенности трансформации образа семьи в представлениях различных поколений, выявить факторы трансформации желаемого типа семьи, представить прогнозные оценки семейной структуры, сформировать стратегию развития семейной политики. Комплексный анализ детерминант репродуктивного поведения и результативности демографической политики в отношении рождаемости позволит определить возможные резервы её повышения, которые, в той или иной мере, могут быть реализованы благодаря дополнительным мерам демографической политики.

Степень готовности разработки к практическому применению. Результаты социологического исследования опубликованы в Национальном демографическом докладе «Демографическое самочувствие регионов России», презентация которого состоялась 4 декабря 2020 года на Всероссийском демографическом форуме с международным участием.

Возможный технический или экономический эффект от внедрения. В результате реализации научного проекта будет получена актуальная информация об особенностях демографического (матримониального, репродуктивного, самосохранительного и миграционного) поведения россиян и влияющих на него факторах, возможной роли демографической политики в трансформации моделей демографического поведения. Проведение исследования в режиме мо-

ниторинга даёт возможность для подготовки периодических национальных демографических докладов.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Новизна исследования состоит в выявлении тенденций трансформации представлений о семье, желаемой модели семьи, семейных ценностях в глазах различных поколений; выявлении специфики происходящих процессов в исследуемой сфере в России на фоне общеевропейских тенденций; значимости и структуре семейной политики с точки зрения представителей различных поколений.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. База данных Всероссийского социологического исследования «Демографическое самочувствие России» прошла регистрацию в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, получено свидетельство о государственной регистрации базы данных от 18 августа 2020 г.

Руководитель разработки – чл.-к. Рязанцев С.В.

Институт-разработчик: ИСПИ ФНИСЦ РАН.

2. Семейство центильных коэффициентов неравенств доходов макрострат населения

Наименование разработки. База данных «Семейство центильных коэффициентов неравенств доходов макрострат населения».

Краткая характеристика. Коэффициенты семейства измеряют неравенства доходных весов макрострат населения не только на основе абсолютной величины их доходов, но и с учётом их доли (веса) в общем объёме денежных доходов населения страны и регионов. Подробные результаты использования семейства коэффициентов представлены в публикациях:

Лапин Н.И., Ильин В.А., Морев М.В. Экстремальные неравенства и социальное государство (часть 1) // Социологические исследования. 2020. № 1. С. 4–17. DOI: 10.31857/S013216250008378-8

Лапин Н.И., Ильин В.А., Морев М.В. Экстремальные неравенства и социальное государство (часть 2) // Социологические исследования. 2020. № 2. С. 20–30. DOI: 10.31857/S013216250008491-3.

Область возможного применения. Сфера применения затрагивает исследования в области социально-экономических, социально-политических и социокультурных процессов. Использование базы данных позволяет более широко интерпретировать смыслы неравенств доходов, их влияние на антропосоциокультурное положение изучаемых страт и их членов в обществе в целом, может стать основой новых актуальных мер политики нивелирования рисков избыточного неравенства населения России.

Степень готовности к практическому применению. База данных готова к применению.

Возможный эффект от внедрения. Новый взгляд на изучение процессов межрегионального неравенства и методических возможностей его измерения; углублённое изучение процессов расслоения общества; разработка эффективных механизмов регулирования неравенства населения.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Аналогии не известны.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки.

Получено свидетельство о государственной регистрации собственности № 2020621656.

Организации-разработчики: Институт философии РАН, ВолНИЦ РАН.

3. Миграционное право. Сравнительно-правовое исследование

Название разработки. Миграционное право. Сравнительно-правовое исследование.

Краткая характеристика. В связи с большим интересом, проявленным зарубежными правоведами к монографии «Миграционное право. Сравнительно-правовое исследование» (ак. Т.Я. Хабриева) и новаторским характером этой работы для стран континентальной системы права, монография была переведена на немецкий язык и представлена в 47 высших образовательных учреждениях Германии, включая Мюнхенский университет Людвига-Максимилиана, Рейнский университет имени Фридриха Вильгельма в Бонне, Берлинский университет имени Гумбольдта, Университет Лейбница в Ганновере, Кёльнский университет.

Область возможного применения. Сформулированные в работе теоретико-правовые основы регулирования общественных отношений в сфере миграции оказались востребованы в условиях геополитических, экономических, гуманитарных кризисов, а также показали свою перспективность при решении проблем чрезвычайных ситуаций, в частности, глобальной пандемии.

Монография получила также высокую оценку и официальную рецензию французского профессора университета Экс-Марсель Норбера Рулана (Франция).

Институт-разработчик – Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации.

4. Государство и право в период кризиса современной цивилизации

Название разработки. Государство и право в период кризиса современной цивилизации.

Краткая характеристика. Подготовлена монография (чл.-к. А.Н. Савенков), открывающая новый этап междисциплинарных фундаментальных исследований государства и права, который войдет в историю под названием «конкуренция великих держав».

В монографии впервые в отечественном правоведении предлагаются к рассмотрению результаты философско-правового осмысления законов, стратегий и доктрин России, США, Китая, Великобритании, Германии, Франции, ООН, НАТО и Евросоюза, трудов ведущих российских, американских, европейских и китайских учёных, экспертов и политиков по вопросам устройства мирового порядка, взаимоотношений в «клубе ядерных держав», критики законодательной экспансии и правовой интервенции, кибер- и технологической безопасности, по-

литики, побеждающей право. Обосновывается авторский взгляд на роль и значение философии права в поиске путей преодоления цивилизационного кризиса.

Институт-разработчик: ИГП РАН.

5. Теоретическая модель социокультурно-ориентированной этнополитики

Название разработки. Теоретическая модель социокультурно-ориентированной этнополитики.

Краткая характеристика. Анализ практик регулирования процессов социокультурной трансформации в регионах Сибири и Дальнего Востока страны позволил выявить ограниченность конструктивистского подхода, недостаточно учитывающего субъектность этнических и локальных сообществ, традиционно используемого как в научных исследованиях, так и при разработке федеральных и локальных нормативных актов. Предложена теоретическая модель социокультурно-ориентированной этнополитики, способствующей решению дилеммы «этнонация – гражданская нация», а также обоснован социально-качественный подход, позволивший концептуализировать и выявить взаимосвязь социальных и экономических процессов на коллективном и индивидуальном уровнях.

Институт-разработчик: ИФПР СО РАН.

6. Модель психического: структура и динамика

Название разработки. Модель психического: структура и динамика.

Краткая характеристика. Авторы представили широкую панораму изучения модели психического на современном этапе научных исследований, показали собственные исследовательские усилия в данном направлении. Модель психического (в зарубежной психологии – «Theory of Mind») – это понимание собственных психических состояний (знаний, намерений, желаний, эмоций, убеждений и т.п.) и психических состояний Другого. Представлены современное состояние исследований в русле данного подхода и оригинальные экспериментальные работы авторов, направленные на изучение понимания ментальных состояний на протяжении всего онтогенеза человека, включая взрослый и пожилой возраст. Обсуждаются новые аспекты в изучении модели психического: её эволюционное предварение, ранние формы данной способности, расширение исследований на поздних этапах онтогенеза. Анализируются проблемы архитектуры модели психического, соотношения имплицитных и эксплицитных моделей, когнитивных и аффективных компонентов, природы понимания ментальных состояний и перспективы развития данного направления.

Институт-разработчик: ИП РАН.

7. Предложения по мероприятиям в сфере экономической и социальной жизни страны после завершения активной фазы борьбы с коронавирусом

Название разработки. Научный доклад «Предложения по мероприятиям в сфере экономической и социальной жизни страны после завершения активной фазы борьбы с коронавирусом». – М.: Институт экономики РАН, 2020.

Краткая характеристика. Настоящий доклад представляет комплексное исследование, в рамках которого анализируются основные вызовы текущего кризиса COVID-19 и их влияние на экономической динамики в России, оценивается эффективность проводимой государственной экономической политику в контексте скорейшего восстановления экономики и создания предпосылок для формирования новой модели развития в посткризисный период. В рамках данного доклада решены следующие задачи:

- Дана оценка внутренних и внешних шоков и глубины их влияния на динамику основных показателей социально-экономического развития и, прежде всего, на темпы экономического роста.

- Дана оценка эффективности антикризисных мер, предпринимаемых Правительством РФ, с точки зрения поддержания экономической активности, жизни людей, их материального и социального благополучия и перспектив восстановления экономики в краткосрочном периоде.

- Разработаны мероприятия по преодолению последствий кризисных явлений в различных сферах экономики.

- Предложена система мер по переходу к новой инновационной модели развития в посткризисный период, обеспечивающей устойчивый экономический рост.

Область возможного применения. Результаты исследования могут использоваться в процессе разработки Плана Правительства РФ по преодолению экономических последствий новой коронавирусной инфекции, а также в процессе разработки базового документа стратегического планирования – Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу.

Степень готовности разработки к практическому применению. Высокая степень готовности.

Институт-разработчик: ИЭ РАН.

8. Экспертное заключение Института экономики РАН на проект Федерального бюджета РФ на 2021 год и плановый период 2022–2023 года.

Название разработки. Экспертное заключение Института экономики РАН на проект Федерального бюджета РФ на 2021 год и плановый период 2022–2023 года.

Краткая характеристика. Дана оценка направленности государственной бюджетной политики и определена достоверность прогнозов формирования доходной базы Федерального бюджета в условиях пандемического кризиса. Рассмотрены вопросы обоснованности параметров, исходя из которых предлагается сформировать федеральный бюджет.

- Подчеркнуто, что отмена части льгот не создаёт значительного прироста доходов, однако может служить серьёзным негативным фактором для развития отдельных сфер российской экономики.

- Проведён анализ в части формирования расходов федерального бюджета. Отмечается, что преждевременное сокращение расходов, в том числе по при-

оритетным направлениям, повышает риски реализации негативных сценариев развития российской экономики.

– Отдельное внимание уделено вопросам распределения межбюджетных трансфертов бюджетам субъектов РФ. Указывается на несоответствие планируемого финансирования стратегическим приоритетам пространственного развития.

– Общий вывод экспертов заключается в том, что проект федерального бюджета нацелен на обеспечение финансовой стабильности и почти не учитывает национальных приоритетов ускорения социально-экономического развития. В этой связи прогнозируемые макроэкономические показатели, на основе которых планируются поступления федерального бюджета, могут оказаться завышенными.

Область возможного применения. Результаты исследования были использованы в процессе доработки и корректировки проектов Федерального бюджета РФ и Прогноза социально-экономического развития на 2021 год и плановый период 2022–2023 года с учётом предложений экспертов ИЭ РАН и представленных ими прогнозных данных о направлениях влияния пандемической ситуации на трансформацию реальной и социальной сфер российской экономики. В законотворческий процесс также включены рекомендации экспертов ИЭ РАН по приоритетным направлениям актуализации взаимосвязи проекта федерального бюджета с прогнозом социально-экономического развития и с документами стратегического планирования.

Институт-разработчик: ИЭ РАН.

9. Пространственное развитие российской экономики: закономерности и государственное регулирование

Название разработки – Научный доклад «Пространственное развитие российской экономики: закономерности и государственное регулирование» – М.: Институт экономики РАН, 2020.

Краткая характеристика. Основным объектом разработки стало раскрытие сущности и основных задач стратегирования пространственного развития экономики, а также его места и роли в единой системе стратегического планирования. Были конкретизированы приоритеты пространственного регулирования и соответствующие им направления и конкретные задачи государственной политики регионального развития. В рамках данных разработок подготовлены предложения по:

– позиционированию задач совершенствования пространственной структуры российской экономики в системе приоритетных национальных целей и в планах по их реализации;

– совершенствованию такого документа стратегического планирования как Стратегия пространственного развития РФ в части основных приоритетов и задач пространственного стратегирования, по уточнению системы институтов и инструментов государственной политики регионального развития; по конкретизации индикаторов реализации данной стратегии;

- по дальнейшему формированию единой «вертикали» стратегического планирования с более активным участием субфедерального звена управления;
- по логическому продолжению федеративной и муниципальной реформы, в частности, ориентированному на более эффективную реализацию всей системы стратегического планирования в стране.

Область возможного применения. Результаты исследования могут использоваться в процессе обновления Стратегии пространственного развития, её пролонгации до 2030 года и подготовки заявленных Президентом РФ новых «Основ государственной политики Российской Федерации в области развития местного самоуправления до 2030 года», корректировки системы государственных программ в блоке «Сбалансированное региональное развитие» и государственной политики регионального развития на принципах типизации субъектов Федерации, совершенствования законодательства по стратегическому планированию и по общим принципам организации местного самоуправления в Российской Федерации.

Степень готовности разработки к практическому применению. Высокая степень готовности.

Институт-разработчик: ИЭ РАН.

10. Система проектирования масштабируемых агент-ориентированных моделей, включающих популяции агентов разных типов с динамически изменяющейся численностью и сложными многоэтапными взаимодействиями агентов, образующих социальные сети

Научные руководители разработки: ак. Макаров В.Л., чл. -к. Бахтизин А.Р.

Система проектирования масштабируемых агент-ориентированных моделей, включающих популяции агентов разных типов с динамически изменяющейся численностью и сложными многоэтапными взаимодействиями агентов, образующих социальные сети. Кроссплатформенная программа, позволяющая создавать эффективно масштабируемые агент-ориентированные модели с популяциями агентов разных типов до 1 млрд агентов. Поддерживает динамическое изменение численности и пространственного распределения агентов за счёт имитации процессов исчезновения агентов и появления новых.

Степень готовности разработки к практическому применению. Апробирована при реализации крупномасштабной демографической агент-ориентированной модели России, в которой имитируются основные процессы движения населения страны в разрезе регионов. Агентами в ней являются люди, которые обмениваются сообщениями, образуют семьи, поддерживают родственные связи, рожают детей, стареют и умирают. Тестирование модели проводилось на суперкомпьютерах Ломоносов-2 (МГУ) и Млечный путь-2 (Гуанчжоу, Китай).

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Программа зарегистрирована в Роспатенте: Бахтизин А.Р., Макаров В.Л., Сушко Е.Д., Сушко Г.Б. (2020): Система проектирования масштабируемых агент-ориентированных моделей, включающих популяции агентов разных

типов с динамически изменяющейся численностью и сложными многоэтапными взаимодействиями агентов, образующих социальные сети // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020612410, 20.02.2020. Заявка № 2020611366 от 06.02.2020.

Институт-разработчик: ЦЭМИ РАН

11. Оптимизация энергетической системы страны

Научный руководитель разработки – д.э.н. Грачев И. Д.

Наименование результата и его параметра. Гибридная – балансово-рыночная – модель экономической динамики, показывающая её зависимость от соотношения конкурентной и неконкурентной генерации энергии.

Описание результата. На основе общей балансово-рыночной модели гибридных экономических систем показано подавляющее воздействие на целостную экономическую систему предельных цен на энергию, механизма ДПМ, локальной оптимизации генерации электроэнергии по деньгам. Намечены направления совершенствования реформы энергетики.

Краткая характеристика основных технических параметров. Понятие «технические параметры» неприменимо к результатам данного типа.

Области возможного использования. Общесистемная оптимизация генерации электроэнергии и тепла, коррелированной с потребителями.

Степень готовности разработки к практическому применению. Высокая (стадия практической проверки).

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Повышение коэффициента использования мощностей на 20%, стабилизация цен на электричество и тепло.

Сравнение с известными разработками. Разработка уникальна.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Результаты данного типа исключены из числа патентоспособных согласно закону РФ.

Институт-разработчик: ЦЭМИ РАН

12. Предложения по оптимизации технологической цепочки «производство-потребление топливно-энергетических ресурсов» в любой точке энергосистемы

Наименование результата и его параметра. Предложения по оптимизации технологической цепочки «производство-потребление топливно-энергетических ресурсов» в любой точке энергосистемы.

Описание результата. Обоснована необходимость корректировки вектора развития электроэнергетики и перераспределения ресурсов, направляемых на её развитие. Путём задействования ранее неиспользуемых резервов достигаются аналогичные принятым в энергетической стратегии результаты, но с меньшими затратами:

– снижение выброса парниковых газов на единицу вложенных средств в результате развития до 40 ГВт распределённой когенерации в 1,8–2,5 больше,

по сравнению с реализацией солнечных и ветровых электростанций, а обеспечение возможности её работы по графику электрических, а не тепловых нагрузок – путь повышения гибкости энергосистемы в отличие от строительства новых пиковых источников;

– развитие регулируемого потребления электроэнергии более эффективно, по сравнению со строительством систем аккумулирования энергии (например, регулирование суточного спроса на электроэнергию в объёме до 10 ГВт в результате замены бытовых холодильников на инверторные – альтернатива строительству гидроаккумулирующих станций);

– использование сбросного тепла энергоблоков, работающих в конденсационном режиме – путь получения особо чистой питьевой воды и высококачественной чистой воды для технологических целей биологической и компьютерной промышленности, а также воды со смещённым изотопным составом для медицинских и технологических задач. В применении к АЭС – это возможность снижения их электрической мощности без разгрузки основного оборудования (в части использования невостребованной электроэнергии – аналог производства водорода).

Краткая характеристика основных технических параметров. Понятие «технические параметры» неприменимо к результатам данного типа.

Области возможного использования. Общесистемная оптимизация функционирования энергосистемы и теплоснабжения муниципалитетов.

Степени готовности разработки к практическому применению: высокая (стадия практической проверки).

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Подготовка энергосистемы к приёму электроэнергии ВИЭ без необходимости строительства систем аккумулирования энергии и дополнительной пиковой генерации; повышение коэффициента использования мощностей на 20%, снижение издержек производства электроэнергии до 15%.

Сравнение с известными разработками. Разработка уникальна.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Некоторые элементы разработки могут быть запатентованы.

Институт-разработчик: ЦЭМИ РАН

13. Разработка сценариев долгосрочного развития российской экономики

Название разработки. Разработка сценариев долгосрочного развития российской экономики.

Краткая характеристика. Проведена оценка влияния перехода на безуглеродную энергетику на темпы экономического роста и затраты на энергию в России и крупнейших экономик мира. Разработаны сценарии и прогноз развития мировой экономики. Проведена оценка потенциала экономического роста России в долгосрочной перспективе в условиях сохранения сырьевой специализации в международной торговле при различных сценариях развития мировой экономики.

Определены приоритетные направления и механизмы развития финансового сектора в интересах качественной трансформации российской экономики в средне- и долгосрочной перспективе. На основе данных национальных счетов проведена оценка роли государственного сектора экономики в перераспределении национального дохода. Проведена оценка влияния смягчения бюджетной политики на экономический рост в 2021–2023 гг.

Основные результаты опубликованы в серии научных работ, в том числе в научном докладе «Посткризисное восстановление экономики и основные направления прогноза социально-экономического развития России на период до 2035 г.». (М.: Издательство «Наука»).

Институт-разработчик: ИНП РАН.

14. Комплекс кратко-, средне- и долгосрочных прогнозов социально-экономического развития

Название разработки. Комплекс кратко-, средне- и долгосрочных прогнозов социально-экономического развития.

Краткая характеристика. Комплекс разработан на основе применения прогнозно-аналитического инструментария ИНП РАН с детализацией по горизонтам планирования и с применением сценарных расчётов. Результаты сценарных расчётов публиковались на регулярной основе в бюллетенях «Прогноз индикаторов экономики РФ: 2020–2023 гг.» (№№ 46–48).

Область практического применения. Прогнозные результаты, полученные на основе применения данного комплекса, могут быть применены при разработке и уточнении стратегий социально-экономического развития на федеральном и региональном уровне, а также при разработке других документов стратегического планирования на кратко-, средне- и долгосрочную перспективу.

Степень практической готовности. Высокая

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Патент на данную разработку не предусмотрен.

Институт-разработчик: ИНП РАН.

15. Модуль электроэнергетики с учётом неравномерности потребления и генерирования электроэнергии для динамической оптимизационной модели долгосрочного развития ТЭК России до 2050–2060 гг.

Название разработки. Модуль электроэнергетики с учётом неравномерности потребления и генерирования электроэнергии для динамической оптимизационной модели долгосрочного развития ТЭК России до 2050–2060 гг.

Краткая характеристика. Модуль описывает всю централизованную генерацию в России с разделением на три макрорегиона. Включает более семи технологий генерации для различных типов станций, графики нагрузки, учитывает разные типы потребителей, в том числе автомобили, а также накопления электроэнергии.

Область практического применения. Прогнозные результаты, полученные на основе применения модуля, могут быть использованы при разработке мер

государственной политики по обеспечению устойчивости энергетической системы, в том числе различных аспектов, связанных с неравномерностью потребления электроэнергии.

Степень практической готовности. Высокая.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Патент на данную разработку не предусмотрен.

Институт-разработчик: ИПП РАН.

16. Новые траектории развития экономики России в условиях глобальных вызовов

Краткая характеристика. База данных (БД) «Новые траектории развития экономики России в условиях глобальных вызовов» представлена большим массивом статистических данных к управлению различными социально-экономическими системами (от уровня национальной экономики до экономики предприятий), функционирует на основе специально разработанного математического аппарата, использующего первичные данные по внутренним, внешним факторам, мезо-факторам экономической уязвимости предприятий различных форм собственности.

БД выстроена на основе интеграции иерархического и реляционного подхода. Поэтому, в зависимости от управленческих нужд, количество первичных данных, число таблиц с итоговыми величинами, характеризующими динамику и структуру экономической безопасности отраслевых предприятий различных форм собственности может быть как расширено, так и сокращено.

Область возможного использования.

1) самостоятельный инструмент информационного обеспечения и поддержки управленческих решений;

2) прикладная разработка для использования в качестве информационно-аналитической и когнитивной основы механизма моделирования уровня экономической безопасности предприятий различных форм собственности;

3) как теоретико-методологический и научно-практический инструмент проработки вопросов, связанных с исследованием новых траекторий развития экономики, функционирующей в глобальной цифровой среде;

4) для создания институциональных программ поддержки секторов экономики (в частности, АПК);

5) в рамках сотрудничества государственного, научно-образовательного и делового сектора в целях перевода национальной экономики на высокотехнологичный путь развития.

Степень готовности к практическому применению. Разработанная база данных имеет практическое значение для определения новых траекторий развития как отраслевых предприятий, так и экономики России в целом в условиях глобальных вызовов. Инструментарий базы направлен также на обеспечение продовольственной безопасности страны и готов к использованию.

Возможный эффект от внедрения. Первичные данные и информация для принятия решений, формализуемая базой данных, может одновременно слу-

жить когнитивным опытом нейронной сети, которая моделирует варианты развития отраслевых предприятий с учётом имеющегося потенциала и устойчивости бизнес-модели хозяйствующего субъекта к влиянию различных факторов, в том числе рисков, шоков, угроз экономической безопасности. Применение данного инструментария способствует появлению управляющего синергетического эффекта.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Внесена в Реестр баз данных, регистрационный № 2020622799 от 24.12.2020.

Институт – разработчик: ИПР РАН.

17. Теория и методы стратегического межотраслевого управления конкурентоспособностью агропродовольственного комплекса России

Название разработки. Теория и методы стратегического межотраслевого управления конкурентоспособностью агропродовольственного комплекса России.

Краткая характеристика. Разработана многоуровневая система механизмов управления, способных трансформировать межотраслевую структуру агропродовольственного комплекса, что содействует повышению конкурентоспособности национального агропродовольственного комплекса на внутреннем и мировом продовольственном рынке. Новизна исследования состоит в применении методологии межотраслевого управления к оценке параметров структурной сбалансированности комплекса, формирования структуры экспортного потенциала, обеспечения опережающего роста незернового экспорта с высокой долей добавленной стоимости, а также к оценке возможностей включения национальных товаропроизводителей в глобальные цепочки создания стоимости.

Обоснованы направления взаимодействия импортозамещающей и экспортноориентированной стратегий структурной модернизации агропродовольственного комплекса. Проведённые экспериментальные расчёты, выполненные в соответствии с принципами межотраслевой аграрной экономики, создают основы сценарного моделирования краткосрочных и долгосрочных трендов конкурентоспособности агропродовольственного комплекса, обоснования стратегии устойчивого роста его конечной продукции, прогнозирования направлений государственной поддержки.

Области возможного применения. Результаты исследования могут послужить основой для оценки взаимодействия импортозамещающей и экспортноориентированной структурной модернизации агропродовольственного комплекса России; для обоснования стратегии роста конкурентоспособности и оценки эффективности межотраслевых взаимодействий в цепочках создания добавленной стоимости.

Степень готовности к практическому применению. Подготовлены методические рекомендации по разработке и применению модифицированных симметричных таблиц «затраты–выпуск» для управления межотраслевыми и межрегиональными взаимодействиями в агропродовольственном комплексе России.

Возможный эффект от внедрения. Обеспечение межотраслевой сбалансированности и согласованности системы показателей развития агропродовольственного комплекса, выявление мультипликативных эффектов государственной поддержки, оценка эффективности разработки и реализации национальных проектов.

Сравнительная характеристика с известными разработками. Новизна состоит в применении теории и методологии межотраслевого управления для обоснования конечных результатов и ресурсных параметров развития агропродовольственного комплекса, оценки мультипликативных эффектов воздействия различных мер государственной поддержки на рост конечного продукта и возможностей включения национальных товаропроизводителей в глобальные цепочки создания стоимости.

Институт – разработчик: ИАГП РАН

18. Разработка сценарных прогнозов изменения численности и половозрастного состава сельского населения РФ до 2049 года

Название разработки. Разработка сценарных прогнозов изменения численности и половозрастного состава сельского населения РФ до 2049 года.

Краткая характеристика. Разработаны шесть альтернативных сценариев изменения численности и половозрастного состава сельского населения РФ до 2049 года с учётом динамики миграционных процессов и результатов пенсионной реформы 2019 года. Показано, что по всем рассмотренным вариантам демографического развития численность сельского населения РФ будет уменьшаться и к началу 2049 года составит от 83,9 до 93,8% от уровня 2019 года. Эффект от увеличения пенсионного возраста будет заключаться в увеличении доли трудоспособного сельского населения с 53,1% до 57,0–58,4% за тот же период времени. Сравнительный анализ итогов сценарного прогнозирования позволил оценить сложившиеся тенденции основных демографических параметров сельского населения и возможные перспективы их развития, в том числе под влиянием мер государственной политики стимулирования рождаемости и снижения смертности.

Области возможного применения. Полученные результаты могут быть использованы научным сообществом при проведении оценки эффективности мер государственной политики стимулирования рождаемости и снижения смертности населения, а также федеральными и региональными органами власти для корректировки программ комплексного развития сельских территорий.

Степень готовности к практическому применению. Разработка прошла апробацию и готова к практическому применению.

Возможный эффект от внедрения. Выполненные прогнозные оценки изменения численности и половозрастного состава сельского населения могут послужить основой для разработки перспективных программ развития сельских территорий на федеральном и региональном уровнях.

Сравнение с известными разработками. К настоящему моменту Центром по изучению проблем народонаселения МГУ имени М.В. Ломоносова и Ин-

ститут демографии НИУ ВШЭ разработаны прогнозы изменения численности и структуры населения России до 2050 года, однако, разработки ИАГП РАН позволяют проводить исследование численности и половозрастного состава сельского населения не только на федеральном, но и региональном уровне.

Институт – разработчик: ИАГП РАН.

19. Нелинейный типологический анализ пространственных экономических систем: концептуальные особенности, математические модели и информационно-аналитические технологии

Научный руководитель проекта – д.э.н. Перекрест В.Т.

Краткая характеристика. Сводная математическая модель и реализующие их технологии нелинейной типологизации социально-экономических объектов разработаны в форме моделей R шкалирования и в рамках парадигмы цифровизации госрегулирования экономики. К ключевым концептуальным особенностям новых моделей типологизации (R–типологизации) относятся: «микрофрагментация» исследуемых объектов, осуществляемая в рамках концепции многомерного топологически (метрически) инвариантного шкалирования; проведение заключительной стадии типологизации в форме «композиционной сборки», которая осуществляется в рамках линейных моделей, анализирующих результаты проведённой нелинейной «микрофрагментации».

Разработанные технологии обладают высокой вычислительной эффективностью, в том числе за счёт функционального характера получаемых результатов.

В качестве характеристических свойств разработанного нелинейного типологического анализа можно указать эффекты цифровизации, связанные с технологиями «big data».

Область возможного применения. Методы госрегулирования социально-экономических процессов, дифференцированного относительно групповых (типологических и т.п.) особенностей региональных объектов пространственных социально-экономических систем. В настоящее время разработанные информационно-аналитические технологии верифицируются в рамках типологизации объектов ряда предметных (тематических) областей социально-экономического развития регионов России:

- национальная инновационная система РФ как пространственная экономическая система в субфедеральной дифференциации;
- общий экономический контекст процессов занятости и безработицы (рынков труда субъектов РФ) в региональной дифференциации;
- оценка качества жизни населения России в региональной дифференциации процессов социально-экономического развития РФ.

Степень готовности к практическому применению. Технологии R-шкалирования прошли экспериментальную проверку при типологизации региональных компонент (субъектов РФ) национальной инновационной системы РФ по уровню их технологической инновационности. Также проведён методический пилотаж указанных технологий для системы региональных рынков труда субъектов РФ по структурным (институциональным) проблемам занятости.

Возможный эффект от внедрения. Повышение эффективности госрегулирования социально-экономических процессов. Получение нового знания о возможных механизмах смягчения «институциональной недостаточности» в социально-экономических системах регионального федерального уровнях.

В настоящее время как в отечественных, так и в зарубежных, научных и научно-практических изданиях информация о разработанных нелинейных не-параметрических методах типологизации отсутствует.

Институт-исполнитель: ИПРЭ РАН

20. Здоровый образ жизни – залог благополучия

Наименование разработки. Программа внеурочного курса «Здоровый образ жизни – залог благополучия» с комплектом учебных изданий.

Краткая характеристика. Разработанная программа внеурочного курса «Здоровый образ жизни – залог благополучия» содержит примерное тематическое планирование и поурочное планирование для учащихся 1–4, 5–9 и 10–11 классов общеобразовательной школы. Цель курса – формирование установок и мотивации на ведение здорового образа жизни, необходимых для этого знаний, развитие ключевых здоровьесберегательных навыков в соответствии с возрастными особенностями детей. Продолжительность курса – по 10 часов в 1–4, 5–9 и 10–11 классах. Частота проведения занятий – 1 раз в 2 недели. Учебные издания (программа, поурочное планирование, методические рекомендации) курса базируются на результатах научного исследования коллектива авторов под руководством д.э.н. А.А. Шабуновой в рамках проекта РФФИ «Инструменты повышения человеческого потенциала детского населения в условиях социально-экономических трансформаций общества».

Область возможного применения. Программа может быть реализована в деятельности общеобразовательных школ во внеурочных мероприятиях для учеников 1–4, 5–9 и 10–11 классов.

Степень готовности к практическому применению. Программа готова к апробации.

Возможный эффект от внедрения. Формирование у школьников мотивации и навыков для ведения здорового образа жизни, закрепление в сознании детей положительного образа человека, ведущего здоровый образ жизни, изменение поведенческих характеристик.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Непрерывный интегрированный курс «Здорово быть здоровым» с дошкольной ступени образования (с 5 лет) до окончания старшей школы. Разработан авторским коллективом из числа педагогов, психологов и медицинских работников под руководством ак. Г.Г. Онищенко.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Планируется получение статуса учебного издания.

Институт-разработчик: ВолНЦ РАН.

21. Система макроэкономических моделей с нечёткими параметрами КАМИН-ФАЗЗИ 1 (KAMIN-FUZZY)

Краткая характеристика. Система макроэкономических моделей с нечёткими параметрами КАМИН-ФАЗЗИ 1 (KAMIN-FUZZY), в которую включены: 1) межотраслевая динамическая модель нечёткого прогнозирования производства и использования валового выпуска национальной экономики с распределённым строительным лагом (MOD1); 2) межотраслевая модель нечёткого прогнозирования отраслевых индексов цен (MOD2); 3) модель нечёткого прогнозирования финансовых потоков между субъектами финансовой деятельности (MOD3); 4) модель монетарного блока с нечёткими параметрами (MOD4); 5) модель нечёткого прогнозирования экологических процессов (MOD5); 6) модель нечёткого прогнозирования доходов и расходов федерального и консолидированного бюджетов (MOD6). Система КАМИН-ФАЗЗИ представляет собой совокупность увязанных между собой точечных моделей экономики, в которых не рассматривается её пространственная структура. Система может быть использована для разработки: краткосрочных (1–5 лет), среднесрочных (на 3–5 лет) и долгосрочных (на 10 и более лет) прогнозов. Наличие согласованного прогноза позволяет оценивать обоснованность прогнозов социально-экономического развития субъектов Российской Федерации, формировать целостную оценку современного состояния, перспектив развития экономики и её важнейших отраслей, выполнять функцию экспериментального полигона для исследований в области методологии стратегического планирования.

Области возможного применения. Региональные и федеральные органы исполнительной власти, государственные корпорации для формирования стратегий развития.

Степень готовности разработки к практическому применению. Готова.

Возможный эффект от внедрения. Обоснование направлений развития региональной экономики, инструментов прогнозирования, согласование народнохозяйственных и региональных интересов, формирование программных документов стратегического развития регионов, повышение обоснованности управленческих решений.

Сравнительные характеристики с известными разработками. На уровне мировых и российских разработок в данной области.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Система комплексного анализа межотраслевой информации (КАМИН), Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020610317, дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 13 января 2020 г.

Институт разработчик: ИЭОПП СО РАН.

22. Анализ промежуточных результатов реализации «Государственной программы социально-экономического развития Дальневосточного федерального округа на период до 2025 года»

Краткая характеристика основных параметров: выполнен анализ промежуточных результатов реализации «Государственной программы социально-

экономического развития Дальневосточного федерального округа на период до 2025 года» для этапа 2014–2019 годов в разрезе основных фиксируемых официальной статистикой индикаторов развития региона (ДФО), характеризующих макроэкономическую динамику, инвестиционную активность, демографию и миграцию населения, уровень жизни, социальную инфраструктуру, проблемы и перспективы отдельных секторов и сфер экономики ДФО: транспорта, энергетики и сетевого хозяйства, минерально-сырьевого и лесного комплексов, внешней торговли, жилищного строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Проведён сравнительный анализ фактических и программных индикаторов развития, а также откликов отдельных секторов и сфер социально-экономической системы региона на институциональные новации в анализируемый период. Выполнено обоснование корректировки и/или дополнения комплекса мер государственного регулирования в форме поддержки и стимулирования развития по основным секторам и сферам социально-экономической системы региона.

Области возможного применения. Использование разработки возможно для сравнительной оценки целевых и результирующих параметров, определённых в документах государственного стратегического планирования федерального и регионального уровней. Разработка может использоваться как федеральными органами исполнительной власти, так и экономическими и финансовыми подразделениями правительств субъектов РФ, входящих в состав ДФО, а также аналитическими агентствами, специализирующимися на исследованиях региональной и отраслевой экономики и политики. Использование разработки целесообразно в области оперативного финансово-экономического планирования, а также для целей разработки и корректировки среднесрочных индикативных планов регионального развития.

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработка готова к практическому применению в органах государственной власти и в экспертных структурах. Экономический эффект от внедрения разработки заключается в своевременной оценке потенциальных рисков и формировании эффективных мер экономической и социальной политики, направленных на уменьшение величины интервала заявленных и достигнутых параметров, определяющих реализацию целевых показателей программы регионального социально-экономического развития.

Сравнительные характеристики. Разработки данного типа выполняются на федеральном уровне Аналитическим центром при Правительстве РФ, Счётной Палатой РФ и её контрольно-счётными органами в субъектах РФ, аналитическими агентствами и ведомственными учреждениями при федеральных министерствах, которые, как правило, ориентированы либо на анализ отдельных секторов, функциональных областей или субъектов РФ, либо на оценку финансово-бюджетной обеспеченности программных документов, включая дисциплину их исполнения. Данную разработку как региональное мониторинговое исследование отличает комплексный характер, включающий как макроэкономический, секторальный, функциональный и территориальный анализ,

так и содержательную экспертизу эффекта от реализации уже действующих мер государственного воздействия, а также обоснование необходимых корректировок государственной политики для разрешения конкретных проблем.

Патентная защита разработки не предусмотрена.

Институт разработчик: ИЭИ ДВО РАН.

23. Оценка экономических эффектов для Дальнего Востока, генерируемых создаваемым в настоящее время центром нефтегазохимии

Краткая характеристика основных параметров. С использованием балансовой межотраслевой модели получены оценки экономических эффектов для Дальнего Востока, генерируемых создаваемым в настоящее время центром нефтегазохимии. Установлено, что при условии выхода новых производств на объёмы выпуска в 38 млрд м³ газа и 2 млн т полиэтилена, а также преимущественной их ориентации на внешний рынок ВРП Дальнего Востока увеличится на 13,9% по сравнению с 2015 г. При этом показано, что наибольшие приросты валового выпуска ожидаются в газодобывающей отрасли, нефтепереработке и электроэнергетике. Показано, что к настоящему времени пропускная способность инфраструктуры является главным лимитирующим фактором наращивания экспортных поставок энергоресурсов. Обоснована ограниченность конкурентоспособности дальневосточного экспорта первичных энергоресурсов на рынках стран СВА даже на фоне значительного потенциала наращивания производственных мощностей по добыче.

Области возможного применения. Результаты разработки могут применяться федеральными и региональными органами власти, в задачи которых входит разработка долгосрочных прогнозов социально-экономического развития территорий, документов стратегического характера. Кроме того, разработка имеет практическое значение для органов власти и компаний, осуществляющих оперативное и стратегическое управление территориями с особыми институциональными режимами ведения экономической деятельности. Самостоятельное значение использования данной разработки имеет для компаний, инвестирующих в развитие инфраструктуры трубопроводного и наземного транспорта, перегрузочных и портовых мощностей, а также для потенциальных экспортеров в плане оценок существующих и потенциальных инфраструктурных ограничений.

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработка готова к практическому использованию. Экономический эффект от применения разработки заключается в минимизации расхождений между целевыми и фактическими значениями индикаторов социально-экономического развития, а также в повышении эффективности распределения бюджетных и инвестиционных ресурсов, в том числе, связанных с развитием транспортной и портовой инфраструктуры.

Сравнительные характеристики. Разработки аналогичного характера выполняются в Институте экономики и организации промышленного производства СО РАН, Институте систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, в Институте проблем энергетики РАН (в части электроэнергетики, нефтехимии

и газопереработки), в Центре угля и нефтехимии СО РАН (в части проектов угледобычи и углепереработки, а также в области нефтехимии). Особенностью разработки является явный учёт вероятности лагов в производстве и потреблении продукции нефтегазохимического комплекса, что приводит к существенно различным по продолжительности срокам выхода основных макропоказателей на равновесные траектории.

Патентная защита разработки не предусмотрена.

Институт разработчик: ИЭИ ДВО РАН.

24. Снижение нефтегазовой зависимости РФ за счёт средств и механизмов развития экспорта

Краткая характеристика основных технических параметров. Возникающая не одно десятилетие проблема зависимости российской экономики от колебаний мировой конъюнктуры на сырьевые товары все ещё остается актуальной. Отдельным недостаточно известным способом её преодоления является развитие технологического экспорта. Для активизации этого направления потребовалось научно обоснованное измерение величины вклада (эффекта) в диверсификацию российской экономики от развития технологического экспорта. Был разработан методический подход к оценке влияния экспорта технологических предпринимателей на снижение сырьевой зависимости федерального бюджета. Оценка осуществляется на основе множественного регрессионного анализа по методу наименьших квадратов с построением эконометрических моделей. На основе официальных данных за 2013–2018 годы благодаря разработанной методике (программе для ЭВМ) были получены следующие выводы: 1. Для преодоления сырьевой зависимости федерального бюджета РФ эффективнее развивать менее технологичный (и менее трудозатратный) экспорт несырьевых товаров, который результативнее (на 0,69%) несырьевого неэнергетического экспорта. Еще больший, но трудозатратный эффект даёт экспорт высокотехнологичных товаров (3,08%). 2. Для снижения нефтегазовой зависимости бюджета на 1% можно использовать три экспортных средства с различной результативностью:

- увеличить объём высокотехнологичных товаров на 36,79 млн долларов США;

- увеличить экспорт несырьевых товаров на 50,29 млн долларов США;

- увеличить несырьевой неэнергетический экспорт на 85,78 млн долларов США.

Область возможного использования. Развитие экспортного потенциала региона за счёт роста несырьевого неэнергетического экспорта продукции. Применение методики, реализованной для потребителя в качестве программы для ЭВМ, позволит рассчитать реальный вклад (эффект) в решение задачи снижения нефтегазовой зависимости бюджета средствами развития технологического экспорта.

Степень готовности разработки к практическому применению. Программа для ЭВМ готова к применению.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Разработанная методика позволяет установить положительный эффект от роста технологического экспорта и выступить основой для обоснования эффективности его развития для снижения сырьевой зависимости российской экономики. Расчёты, полученные благодаря программе для ЭВМ, можно использовать при прогнозировании влияния технологического экспорта на преодоление сырьевой зависимости федерального бюджета РФ.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Методики (программы для ЭВМ) с подобным функционалом отсутствуют. Имеются только подходы, отдельно оценивающие или уровень сырьевой зависимости, или влияние экспорта на экономическое развитие.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Получено свидетельство о государственной регистрации Программы для ЭВМ «Снижение нефтегазовой зависимости РФ за счёт средств и механизмов развития экспорта» № 2019666754 от 13.12.2019.

Руководитель – д.э.н. Андреева Е.Л.

Институт-разработчик: ИЭ УрО РАН.

25. Комплексный механизм формирования и реализации приоритетов инновационного развития предприятий машиностроения пространственно-отраслевой структуры региона

Краткое описание основных технических параметров. Для предприятий машиностроения регионального промышленного комплекса разработан комплексный механизм формирования и реализации приоритетов инновационного развития машиностроительного предприятия, который состоит из трёх взаимодействующих и информационно-взаимосвязанных организационно-экономических блоков, имеющих свою цель, задачи, принципы и методический инструментарий функционирования. Первый организационно-экономический блок определяет и формирует реестр приоритетов инновационного развития и классифицирует их по стратегическому и функционально-специализированному направлениям. К приоритетам инновационного развития машиностроительного предприятия отнесены: повышение высокотехнологичности и конкурентоспособности изделий; модернизация производственных процессов на основе внедрения робототехнических устройств и комплексной автоматизации технологических процессов; переход управления на новые модели информационного обеспечения принятия решений. Второй блок качественно улучшает методический инструментарий управления инновационной деятельностью на базе реализации методологии и практики проектного управления и его интеграции в действующую на предприятии систему менеджмента. Третий организационно-экономический блок комплексного механизма реализует функции мониторинга инновационного развития машиностроительного предприятия.

Область возможного использования. Промышленные предприятия субъектов РФ, реализующих стратегию инновационного развития.

Степень готовности к практическому применению. Разработанный механизм готов к использованию с учётом особенностей инновационной деятельности предприятий промышленности.

Возможный технический и (или) экономический эффект внедрения. Повышение экономической эффективности и конкурентных преимуществ промышленного предприятия за счёт своевременной реализации инновационных проектов в производственно-хозяйственную деятельность.

Сравнительные характеристики с известными разработкам. Соответствует приоритетным направлениям инновационного развития предприятий машиностроения и отражает проектный подход к реализации инновационной деятельности. Научная ценность и принципиальное отличие разработанного комплексного механизма формирования и реализации приоритетов инновационного развития машиностроительного предприятия заключается в системном подходе к интеграции механизма в менеджмент предприятия, позволяющим формировать релевантную информацию в разрезе проектов и приоритетов инновационного развития, состояния произведенных затрат и сроков выполнения работ, этапов и инновационных проектов в целом.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Полученные результаты патентоспособны – разработанные алгоритмы мониторинга инновационного развития предприятий машиностроения могут быть положены в интегрированную автоматизированную систему управления предприятием.

Руководитель – д.э.н. Пыткин А.Н.

Институт-разработчик: ИЭ УрО РАН.

26. Методика расчёта динамического коэффициента импортозамещения

Краткая характеристика основных технических параметров. Для определения возможностей стабилизации социально-экономического развития на примере России и Уральского федерального округа в современных условиях и оперативного анализа эффективности процессов импортозамещения был разработан динамический коэффициент импортозамещения. Для его расчёта использовались показатели, динамика изменения которых может описывать эффективность проводимого импортозамещения на макро-, мезо- и микроуровнях.

Область возможного использования. Нет данных.

Степень готовности разработки к практическому применению. Проведены апробационные расчёты, может использоваться на практике.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Проведённые расчёты и предложенный авторский подход к оценке эффективного импортозамещения могут использоваться на уровне субъектов РФ при составлении дорожных карт, определяющих направления стабилизации траекторий социально-экономического развития.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Соответствует современным требованиям науки и практики. Конкурентные преимуще-

ства разработки: результаты данного исследования позволяют оценить в числовом выражении эффективность проводимой политики импортозамещения и могут служить основанием при составлении дорожных карт социально-экономического развития России и регионов.

Руководитель – д.э.н. Куклин А.А.

Институт-разработчик: ИЭ УрО РАН.

27. Электронная база данных «Монопрофильные поселения регионов Севера и Арктической зоны Российской Федерации»

Краткая характеристика основных технических параметров. В базе данных в табличной форме представлена статистическая информация о монопрофильных муниципальных образованиях регионов Севера и Арктической зоны РФ за период 2008–2018 гг. В базу данных включена информация по 36 муниципальным образованиям: Вертсиля, Кондопога, Костомукша, Надвоицы, Пиндуши, Муезерский, Лахденпохья, Питкяранта, Пудож, Сегежа, Суоярви (Республика Карелия), Воркута, Емва, Жешарт, Инта, Корьяжма, Новодвинск, Октябрьский, Онега, Северодвинск, Североонежск Заполярный, Кировск, Ковдорский район, Мончегорск, Никель, Оленегорск, Ревда, Норильск, Айхал, Мирный, Мохсоголлох, Нижний Куранах, Нерюнгри, Беренговский, Певек.

Области возможного использования. База данных предназначена для анализа социального, экономического и демографического положения монопрофильных поселений регионов Севера и Арктической зоны РФ и выработки направлений социально-экономического развития городов с монопрофильной структурой экономики.

База данных может быть использована в научных исследованиях, учебном процессе, при формировании программ, направленных на социально-экономическое и инвестиционное развитие монопрофильных муниципальных образований.

Степень готовности разработки к практическому применению. База данных полностью готова к практическому использованию.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Экономический эффект от внедрения базы данных обусловлен повышением точности прогнозирования процессов и обоснованности принимаемых управленческих решений в процессе формирования программных документов, направленных на социально-экономическое и инвестиционное развитие монопрофильных муниципальных образований Севера и Арктики Российской Федерации.

Сравнительные характеристики с известными разработками. В настоящее время аналогичные разработки отсутствуют.

Сведения о патентоспособности и патентной защите разработки. Зарегистрирована Федеральной службой по интеллектуальной собственности 01 июня 2020 г., Свидетельство о гос. регистрации базы данных № 2020620895.

Автор – к.э.н. Емельянова Е.Е.

Институт-разработчик: ИЭП КНЦ РАН

28. Имитационная модель образовательной системы региона

Краткая характеристика. В рамках разработки имитационной модели образовательной системы региона проведён анализ трансформации рынков образовательных услуг и труда в условиях цифровой экономики и пандемии коронавирусной инфекции. Показано, что конъюнктура рынка труда региона в период пандемии характеризуется ростом количества вакансий дистанционной работы, высокой долей самозанятых, снижением уровня поляризации рынка в отношении заработной платы и доступа к возможностям, снижением уровня трудовой миграции, увеличением ценности высококвалифицированных кадров. Обосновано, что рынок образовательных услуг характеризуется полным переходом на дистанционный формат, внедрением новых образовательных продуктов в офлайн-среду, развитием новых инструментов обучения. Разработана и реализована в среде имитационного моделирования модель образовательной системы региона, основанная на формализованных алгоритмах поведения базовых агентов («абитуриент», «специальность») и позволяющая смоделировать процесс поступления абитуриента на определённое направление подготовки вуза с учётом его индивидуальных характеристик и воздействия внутренних и внешних факторов. Проведены численные эксперименты по управлению поведением абитуриента на основе регулирования индивидуальных характеристик агентов параметров модели.

Область применения. Анализ проведённых экспериментов показал, что модель реагирует адекватно на прописанные сценарии изменения поведения агентов абитуриентов, что даёт возможность получить предиктивную оценку эффективности государственной политики в отношении развития рынков образовательных услуг и труда региона.

Предложенный инструментарий комплексно рассматривает такие существенные особенности, как изменение поведения агентов рынка под воздействием внутренних и внешних факторов, что позволяет спрогнозировать на долгосрочную и краткосрочную перспективу численность поступающих абитуриентов в разрезе направлений подготовки, даёт возможность предиктивной оценки эффективности государственных мер воздействия на поведение агентов в изменяющихся условиях социальной среды (пандемии) и цифровой трансформации. Теоретическая значимость результатов исследования состоит в расширении имеющихся в мировой и отечественной науке теоретико-методологических представлений о факторах экономического развития территориальных социально-экономических систем, влиянии трансформации человеческого капитала и тенденций изменения в демографической сфере на иные сферы жизнедеятельности общества, расширении инструментальной базы проблематики исследования на основе применения формализованных математических моделей.

Результаты исследования могут быть использованы научными организациями и органами государственной власти для методологического обоснования стратегического управления территориальным развитием, повышения уровня безопасности и устойчивости функционирования экономики регионов, при проектных разработках соответствующих программ регионального развития.

Институт-разработчик: ИСЭИ УФИЦ РАН.

29. Концепция развития особой экономической зоны туристско-рекреационного типа «Урал», расположенной на территории Республики Башкортостан

Характеристика. Разработана Концепция развития особой экономической зоны туристско-рекреационного типа «Урал», расположенной на территории Республики Башкортостан, созданной на территориях МР Абзелиловский, Белорецкий, Бурзянский и Учалинский районы Республики Башкортостан (далее – Концепция). Концепция разработана в соответствии с положениями приказа Министерства экономического развития Российской Федерации от 19 июля 2012 г. № 439 «Об утверждении Порядка оформления и подачи заявки на создание особой экономической зоны, в том числе перечня документов, прилагающихся к заявке» (с изменениями и дополнениями от 16 августа 2017 г.) и является основой для подготовки комплекса документов заявки в Правительство Российской Федерации на создание особой экономической зоны.

ОЭЗ «Урал» станет точкой роста экономики (мощным драйвером развития) территорий четырёх муниципальных образований и Республики Башкортостан в целом, обеспечивая создание новых рабочих мест в условиях кризисных явлений в экономике, развитие и повышение уровня благоустройства территории муниципальных образований, рост их бюджетной обеспеченности и увеличение поступлений во все уровни бюджетной системы Российской Федерации; сохранение качества окружающей среды, повышение качества и расширение спектра туристских услуг; повышение удовлетворённости потребительского спроса в качественных услугах активного отдыха.

При разработке Концепции учтены: текущее состояние проекта по созданию особой экономической зоны; приоритеты комплексного территориального развития всех уровней; природно-климатические, историко-культурные, географические, экономические, логистические и иные особенности территории создания ОЭЗ «Урал»; инвестиционные проекты потенциальных резидентов, выразивших заинтересованность в ведении деятельности на участках особой экономической зоны.

В Концепции определены основные направления развития и этапы реализации проекта по созданию и развитию особой экономической зоны туристско-рекреационного типа «Урал» на десятилетний период – до 2030 года включительно, с детализацией на краткосрочную перспективу (ближайшие 3 года) – до 2023 года включительно.

Область применения. Соответствие Концепции положениям Постановления Правительства РФ от 26.03.2012 г. № 398 «Об утверждении критериев создания особой экономической зоны», а также приоритетам комплексного территориального развития будет способствовать появлению в Республике Башкортостан второй особой экономической зоны, которая станет одной из крупнейших особых экономических зон туристско-рекреационного типа в Российской Федерации.

Возможный экономический эффект. Создание и развитие ОЭЗ «Урал» позволит сформировать условия для эффективного развития сферы регионально-

го туризма, создания тысяч рабочих мест, получения федерального финансирования на строительство объектов инженерной и транспортной инфраструктуры ОЭЗ, привлечения частных инвестиций в экономику республики, а также увеличения вклада отрасли в ВРП региона, способствуя реализации значительно-го потенциала сферы туризма Башкортостана.

Институт-разработчик: ИСЭИ УФИЦ РАН.

30. Методические рекомендации по укрупнению 818 сельских поселений

Характеристика. Разработаны методические рекомендации по укрупнению 818 сельских поселений Республики Башкортостан, включающие анализ расселенческих, социально-экономических, финансовых и административных факторов необходимости укрупнения, анализ последствий возможного укрупнения сельских поселений Республики Башкортостан с точки зрения доступности муниципальных услуг, описание технологии объединения на подготовительном этапе, этапах преобразования и формирования органов местного самоуправления вновь создаваемых сельских поселений.

Рекомендации оформлены в виде аналитических материалов «Оптимизация территориальных основ местного самоуправления в Республике Башкортостан (укрупнение сельских поселений)». В Республике Башкортостан на данный момент отсутствуют разработки / публикации по аналогичной тематике.

Возможный эффект от внедрения. Методические рекомендации предназначены для использования в деятельности органов исполнительной власти Республики Башкортостан и являются основанием для выработки управленческих решений для проведения дополнительного комплекса аналитических и проектных работ по укрупнению сельских поселений Республикой Башкортостан.

Институт-разработчик: ИСЭИ УФИЦ РАН.

31. Влияние форм организации аграрного производства на конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции в регионах СКФО

Краткая характеристика основных технико-экономических параметров. Разработана и апробирована методика по выявлению влияния формы хозяйствования на конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции в целом и, на конкурентоспособность отдельных видов сельскохозяйственной продукции в регионах СКФО. Показатели конкурентоспособности по производству зерновых выше в малых формах хозяйствования (МФХ), а по производству животноводческой продукции – в сельскохозяйственных организациях (СХО). Установлено, что по интегральному показателю конкурентоспособность продукции в СХО выше, чем в МФХ. Однако доля МФХ в производстве отдельных видов продукции выше, чем в СХО. Предложено использовать сочетание СХО, МФХ и агрокластеров, которое позволит реализовать преимущества каждой формы хозяйствования и рационально использовать ресурсный потенциал АПК. Обоснованы приоритетные направления создания агрокластеров в Республике Дагестан. Выявлены предприятия, которые могут стать ядром их создания.

Области возможного использования. Результаты исследования могут быть использованы министерствами и ведомствами регионов СКФО, регулирующими аграрную сферу в региональной кластерной политике, специалистами и руководителями предприятий АПК, научными работниками, аспирантами и студентами.

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработка представлена в научной монографии: Идзиев Г.И., Гасанов М.А., Курбанов К.К., Юнусова П.С., Балянец К.М. Совершенствование отраслевой структуры экономики регионов СКФО: коллективная монография / ИСЭИ ДФИЦ РАН. Махачкала: Издательство «Апробация», 2020. 182 с. ISBN 978-5-6044684-4-9.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Достижение разумных пропорций сочетания СХО, МФХ и агрокластеров позволит реализовать преимущества каждой формы хозяйствования, рационально использовать ресурсный потенциал АПК и повысить конкурентоспособность основных видов продукции сельского хозяйства в регионах СКФО.

Сравнительные характеристики с известными разработками. В отличие от существующих методик, предложенная автором методика позволяет определить сравнительную конкурентоспособность отдельных видов продукции в разных формах хозяйствования, а также выявить конкурентные преимущества разных форм хозяйствования в регионах и СКФО в целом и в соответствии с этим использовать рациональное сочетание СХО, МФХ и агрокластеров.

Институт разработчик: ИСЭИ ДФИЦ РАН.

32. Типовой регламент этнологических экспертиз в местах компактного проживания этнических меньшинств

Характеристика. Согласно мировой практике, проведение этнологических экспертиз в местах компактного проживания этнических меньшинств является обязательной процедурой технико-экономического обоснования проектов и программ развития социально-экономической инфраструктуры, направленной на определение средне- и долгосрочных социальных последствий. В зонах перманентной межэтнической напряженности этнологические экспертизы позволяют определить механизм формирования и узловые точки межэтнического противодействия.

Область возможного использования. Формирование на уровне муниципальных образований системы этнологического мониторинга, ориентированной на анализ состояния традиционных социальных институтов (семьи, территориальных и «родовых» общин), латентных этнических процессов (включая «историческое мифотворчество»), инициированных национальной и земельной политикой, апробированных технологий решения проблем сохранения и комплексного использования объектов историко-культурного и природного наследия.

Степень готовности разработки к практическому применению. Типовой регламент этнологических экспертиз в местах компактного проживания этни-

ческих меньшинств готов к применению, в том числе разработаны 3 спецкурса для подготовки экспертов (в сфере этнологических экспертиз) на базе кафедр этнографии и социологии высших учебных заведений субъектов РФ.

Возможный экономический эффект от внедрения. Цель экспертизы: минимизация государственных затрат, обусловленных тем, что силовое решение конфликтов (на завершающем этапе) влечёт большие затраты в сравнении с осуществлением правовой регуляции социальных (межгрупповых) отношений, провоцирующих конфликт.

Институт-разработчик: ФИЦ «Субтропический научный центр РАН».

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

Институты, находящиеся под научно-методическим руководством Отделения глобальных проблем и международных отношений РАН, в 2019–2020 годы подготовили и направили в Аппарат Президента РФ, Совет Безопасности, комитеты Государственной Думы и Совета Федерации, правительственные ведомства и министерства и другие организации 373 научных доклада, аналитических и информационных материалов, имеющих практическое применение для принятия решений по важнейшим международным политическим и экономическим вопросам.

Наиболее значимые из них:

Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова Российской академии наук

1. Замечания к уставным и стратегическим документам РФФИ и РНФ.

Авторы – группа специалистов под рук. ак. Н.И. Ивановой. Подготовлено по запросу РАН от 19.12.2018 № ВБ-223/2018. Направлено Вице-президенту РАН ак. В.В. Козлову 18.01.2019.

2. Правовой статус Каспия и проведение морских научных исследований.

Автор: к.и.н. П.А. Гудев. Подготовлено по запросу статс-секретаря, заместителя министра МИД России Г.Б. Карасина от 10.12.2018 г. № 880/МК (через РАН).

3. Тенденции и перспективы отношений России и Катар. Авторы: к.полит.н. Н.Ю. Сурков, д.э.н. С.В. Жуков, к.и.н. О.Б. Резникова. Подготовлено по запросу Президента РАН А.М. Сергеева.

4. Ключевые вопросы экономического развития, внешней политики и безопасности России: ситуационный анализ и прогноз.

Рук.: академик В.Г. Барановский, к.и.н. И.Я. Кобринская.

Проведены четыре ситуационных анализа: Ситуация в Иране: возможности и риски для России, 31.01.2019; Текущие тренды развития Казахстана и Узбекистана. Влияние на ситуацию в Центральной Азии и на отношения с Россией, 18.04.2018; Российско-белорусские отношения: вызовы и возможности, 21.05.2019; Современное состояние и ключевые вызовы для России в сфере социально-гуманитарного сотрудничества на пространстве СНГ, 19.11.2019. Опубликованы статьи в научных журналах, в том числе индексируемых в WoS и Scopus, статьи, выступления и комментарии в печатных и электронных СМИ. Подготовлены аналитические материалы по итогам ситуационных анализов.

5. Новые принципы обеспечения национальной безопасности России в меняющихся военно-политических условиях.

Рук.: академик А.Г. Арбатов, к.и.н. А.В. Загорский, д.т.н. В.З. Дворкин, к.и.н. С.К. Ознобищев.

Ежегодник СИПРИ 2018 «Вооружения, разоружение и международная безопасность» со Специальным приложением ИМЭМО РАН: пер. с англ. Редакция: А.А. Дынкин, А.Г. Арбатов, В.Г. Барановский и др. – М.: ИМЭМО РАН, 2019. – 752. с.; «Russia: arms control, disarmament and international security»/ IMEMO supplement to the Russian edition of the SIPRI Yearbook 2018. Edited by A. Arbatov, S. Oznobishchev, N. Bubnova. – Moscow: IMEMO, 2019. – 152 p. Подготовлены экспертно-аналитические материалы в интересах государственных органов.

6. Ближний Восток в системе международных отношений.

Рук.: д.и.н. И.Д. Звягельская. Опубликованы статьи в научных журналах, в том числе индексируемых в WoS и Scopus, главы и статьи в коллективных монографиях и сборниках, статьи, выступления и комментарии в печатных и электронных СМИ. Подготовлены экспертно-аналитические материалы в интересах государственных органов. При сотрудничестве ЦБВИ и Совета молодых учёных ИМЭМО РАН опубликован двадцатый выпуск издания «Мировое развитие» «Ближний Восток глазами молодых исследователей» (важнейший результат).

7. Прогноз изменений баланса сил и динамики интеграционных процессов на Транстихоокеанском пространстве.

Рук.: д.и.н. А.В. Ломанов, академик В.В. Михеев.

Опубликованы статьи в научных журналах, в том числе индексируемых в WoS и Scopus, статьи, выступления и комментарии в печатных и электронных СМИ. Подготовлены экспертно-аналитические материалы в интересах государственных органов.

8. Предложения ИМЭМО РАН к проекту Стратегии международного сотрудничества Российской академии наук в сфере научной и научно-технической деятельности на период до 2030 года. Подготовлено по запросу РАН от 26.12.2019 № 1017–484. Направлено Вице-президенту РАН ак. Ю.Ю. Балеге 04.03.2020 № 14504/1255-65, а начальнику Управления внешних связей Президиума РАН С.В. Маленко 19.06.2020 (без письма). Объём – 10 л. и 14 л.

9. Предложения к подготовке проекта среднесрочной стратегии ЮНЕСКО на 2022–2029 годы, программы и бюджета ЮНЕСКО на 2022–2025 годы. Подготовлено по запросу РАН. Направлено Вице-президенту РАН ак. Ю.Ю. Балеге 27.04.2020 № 14504/1255-92. Объём – 32 л. (вопросник).

10. Предложения ИМЭМО РАН по реализации «Совместного протокола Национальных Академий наук, техники и медицины США и Российской академии наук о сотрудничестве в различных областях исследований, связанных с COVID-19». Подготовлено по поручению Президента РАН ак. А.М. Сергеева. Направлено 25.08.2020 № 14504/1255-162. Направлено также Вице-президенту РАН ак. Ю.Ю. Балеге 25.08.2020 № 14504/1255-166. Объём – 3 л.

11. О проработке институтами Отделения глобальных проблем и международных отношений РАН предложений седьмой встречи секретарей Советов Безопасности государств-участников СНГ. Подготовлено по запросу Вице-президента РАН ак. А.Р. Хохлова от 18.08.2020 № 10107-188. Направлено 27.08.2020 № 1450-2113/28. Объём – 5 л.

12. Предложения ИМЭМО РАН по корректировке проекта рекомендаций ЮНЕСКО по «открытой науке». Подготовлено по запросу директора Департамента координации деятельности научных организаций Минобрнауки России К.А. Швед от 05.11.2020 № МН-8/1945. Направлено 26.11.2020 № 14504/1255-276. Объём – 5 л.

13. Инициатива Евросоюза по введению пограничного корректирующего углеродного механизма и нормы ВТО. Подготовлено по запросу заместителя директора Департамента координации деятельности научных организаций Минобрнауки России Н.И. Голубевой от 18.12.2020 № МН-8/2274. Направлено 23.12.2020 № 14504/1255-305. Объём – 3 л.

Институт Африки Российской академии наук

1. Основная аналитическая деятельность Института Африки РАН в 2019 году была направлена на подготовку проектов документов к первому экономическому форуму Россия-Африка. К форуму было написано и направлено в Администрацию Президента РФ, Фонд Росконгресс и другие заинтересованные организации 35 аналитических записок и материалов, получивших высокую оценку адресатов. Всего Институт направил в различные инстанции 55 аналитических записок.

2. По заданию РАН (академик-секретарь ОГПМО А.А. Дынкин) был подготовлен материал «Анализ состояния выполнения целей и задач обеспечения национальной безопасности РФ в Африке и прогноз тенденций возникающих рисков и угроз на африканском направлении» (13.12.2019). Другие аналитические материалы были подготовлены по заданию органов законодательной и исполнительной власти или организаций, либо носили инициативный характер.

Институт Дальнего Востока Российской академии наук

1. В 2019 году Институтом Дальнего Востока РАН по заданию ОГПМО РАН подготовлен аналитический материал «Анализ состояния целей и задач обеспечения национальной безопасности РФ».

Институт Европы Российской академии наук

1. В 2019 году Институтом Европы РАН по заданию ОГПМО РАН подготовлен аналитический материал «Состояние выполнения научно-исследовательских и информационных задач в целях обеспечения национальной безопасности РФ».

2. Аналитическая записка заместителю Секретаря Совета Безопасности РФ Р.Г. Нургалиеву «Президентские выборы 2018 года в Грузии как результат политических сдвигов в стране» А.С. Айвазян.

3. Аналитическая записка заместителю министра иностранных дел С.В. Вершинину «Соображения по вопросам ратификации Россией Парижского соглашения ООН по климату» к.э.н. С.А. Рогинко.

4. Аналитическая записка заместителю Секретаря Совета Безопасности РФ А.Н. Венедиктову «О перспективах развития российско-белорусского

сотрудничества и мерах по углублению союзной интеграции». к.и.н. В. Сутырин, П. Воробьев, А. Доманов.

5. Аналитическая записка начальнику Аналитического управления Аппарата Совета Федерации Федерального собрания РФ В.Д. Кривову «Цифровая повестка. Проблемы и рекомендации для ЕАЭС» к.э.н. Н.Б. Кондратьева.

Институт Соединённых Штатов Америки и Канады Российской академии наук

1. Д.э.н. Комкова Е.Г. «О новом торговом Соглашении между США, Мексикой и Канадой (ЮСМКА)» Исх. № 14311/2-5 (21.01.2019).

2. Д.э.н. Комкова Е.Г. «О канадо-американских отношениях в 2018 г.» Исх. №14311/2-15 (12.02.2019).

3. Д.полит.н. Травкина Н.М. «Ранний старт президентской кампании 2020 года (особенности современной внутривластной ситуации в США)» Исх. № 14311/2-41 (25.03.2019).

4. Академик Рогов С.М. «Стратегическая стабильность в XXI веке» Исх. №14311/2-148 (149) (10.07.2019).

5. Академик Рогов С.М., Степанова Н.В. «Оценка доклада «Как добиться перенапряжения сил России»» Исх. № 14311/2-171 (16.09.2019).

6. Теремов О.В. «Арктическая политика США и интересы России» Исх. № 14311/2-186 (17.10.2019).

Институт Латинской Америки Российской академии наук

1. «Переориентация внутренней и внешней политики Бразилии (причины и последствия)». (Направлено в Администрацию Президента РФ, МИД РФ, Государственную Думу РФ, Совет Федерации Федерального Собрания РФ, Совет Безопасности РФ).

2. «Перспектива урегулирования конфронтационной ситуации в Венесуэле». (Направлено в Администрацию Президента РФ, МИД РФ, Государственную Думу РФ, Совет Федерации Федерального Собрания РФ, Совет Безопасности РФ).

3. «Минное поле венесуэльского кризиса. Где выход?». (Направлено в Администрацию Президента РФ, МИД РФ, Государственную Думу РФ, Совет Федерации Федерального Собрания РФ, Совет Безопасности РФ).

4. Тезисы ИЛА РАН по урегулированию кризиса в Венесуэле (Направлено в Посольство РФ в Боливарианской Республике Венесуэла).

5. «Куба: особенности современной ситуации». (Направлено в Совет Федерации Федерального Собрания РФ).

6. «Аргентина: результаты президентских выборов и неотложные задачи нового правительства». (Направлено в Совет Федерации Федерального Собрания РФ).

7. «Приоритетные экономические и внешнеполитические задачи администрации А. Фернандеса и интересы России в Аргентине». (Направлено в Латиноамериканский департамент МИД РФ).

8. «Сотрудничество России и Бразилии в экономической, научной и научно-технической сфере». (Направлено в Президиум РАН).

9. «Риски и вызовы в сфере безопасности на латиноамериканском направлении применительно к позициям РФ». (Направлено в ОГПМО РАН).

10. «Экономические и политические отношения между Боливией и Парагваем». (Направлено в Русатом Оверсиз).

ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сведения о важнейших исследованиях и разработках в 2019–2020 годах Отделения историко-филологических наук РАН готовых к практическому применению

Научная деятельность институтов, находящихся под научно-методическим руководством Отделения историко-филологических наук РАН, направлена на проведение фундаментальных исследований в области археологии, истории, филологии, культуры, философии и др. Их результаты – это изданные монографии, словари, энциклопедии, собрания сочинений, которые востребованы специалистами различных государственных и негосударственных структур, в том числе преподавателями высшей и средней школы, а также заинтересованными читателями. В определённом смысле научная продукция гуманитариев, вышедшая в печатной форме, уже представляет собой исследования, готовые к практическому применению в образовательной практике, просветительской и воспитательной работе.

Но особое место в этом отношении занимают музейные комплексы, которые готовятся академическими институтами, созданные информационно-программные и технические комплексы, базы данных, информационные ресурсы в сети Интернет, учебники и учебные пособия. При реализации «Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы» академическими институтами гуманитарного профиля были получены следующие наиболее значимые результаты, готовые к практическому применению и уже использующиеся в практической работе.

Музейные комплексы

Археологические исследования в Московском Кремле

В 2020 году завершился монтаж экспозиции «Музея археологии Чудова монастыря», созданной на основе археологических остатков, обнаруженных раскопками Института археологии РАН в 2016–2017 годах на месте демонтированного 14-го корпуса Кремля (рук. ак. РАН Н.А. Макаров). Здесь находились постройки Чудова монастыря, основанного митрополитом Алексием во второй половине XIV в. Раскопки, проектирование и строительство музея проводились по поручению Президента Российской Федерации. Главный объект показа в музее – археологический раскоп, перекрытый стеклом, зачищенная поверхность материка с котлованами погребов конца XII века, хозяйственными ямами, следами огородной копки и частокольных оград домонгольского времени, фундаментами монастырских построек XV–XVI вв., сложенными из белокаменных блоков и саркофагами чудовского некрополя. (ИА РАН).

Временные выставки Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН

Разработки по визуализации этничности в период с 2013 по 2020 год были апробированы на нескольких десятках временных выставок Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН в России и за рубежом. Был усовершенствован подход к их организации: они, имея академический научный фундамент, стали ярче и визуально эффектнее. Особо следует отметить выставки, подводящие визуальный итог многолетних исследований жизни народов Севера, Урала, Сибири, Дальнего Востока. Среди них – «Кочевники Арктики: искусство движения» (2019 г.), «Мифы и вещи: искусство древних эскимосов Эквена» (2020 г.) и многие другие. (Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН).

Базы данных, информационно-программные и технические комплексы

Трёхмерная ландшафтно-архитектурная модель современного состояния Пальмиры

Широкий общественный резонанс получили работы по созданию «Трёхмерной ландшафтно-архитектурной модели современного состояния Пальмиры», проведённые в 2016 и 2019 г. специалистами Института истории материальной культуры РАН (ИИМК РАН), Государственного Эрмитажа, военных топографов, Архитектурной мастерской Максима Атаянца (АММА), ООО «Геоскан» и «Беспилотные системы» под руководством заведующей Отделом охранной археологии ИИМК РАН д.и.н. Н.Ф. Соловьевой.

Благодаря публикации в виде ГИС полученные результаты стали инструментом для управления объектами культурного наследия, способом мониторинга состояния памятников, методом обобщения и удобного представления всей накопленной информации, а также являются надёжной основой для планирования дальнейших мероприятий по управлению наследием Пальмиры. Демоверсии 3D-модели Пальмиры переданы в дар Департаменту древностей Сирийской Арабской Республики и в ЮНЕСКО. (Институт истории материальной культуры РАН).

Цифровые технологии в реконструкции стратегий жизнеобеспечения древнего населения Евразии

В результате работы над проектом «Цифровые технологии в реконструкции стратегий жизнеобеспечения древнего населения Евразии» сотрудниками Института археологии и этнографии СО РАН была разработана универсальная методика сканирования археологических артефактов при помощи сканера структурированного подсвета. Трёхмерное моделирование археологических артефактов позволяет визуализировать объекты археологического наследия, а также проводить исследования на недоступном ранее уровне детализации. Полученные изображения за счёт отсутствия текстуры превосходят по инфор-

мативности фотографии. На примере трёхмерных изображений каменных орудий приведены основные рекомендации для сканирования археологических артефактов различных цветов и размеров. Алгоритмы исправления ошибок применимы для любых сканирующих устройств и сканирования любых типов артефактов. Указанная методика может быть востребована для создания музейных экспозиций и в образовательном процессе. (ИАЭТ СО РАН).

Научная реставрация документов XIX–XX вв. из фондов Архива РАН

В Архиве РАН в 2019–2020 гг. осуществлялась научная реставрация документов XIX–XX вв. с химически нестабильной основой и информационным слоем, требующих срочного реставрационного вмешательства по восстановлению свойств и долговечности оригиналов, с последующим введением их в научный оборот (из фондов В.Л. Комарова, Н.А. Морозова, И.М. Франка, Л.С. Штерн, А.И. Яковлева). Задача работы сводилась к определению физико-химических изменений основы и чернил, выработке рекомендаций по дальнейшему использованию и хранению документов, т.к. происходит медленное, но постоянное изменение цвета основы и чернил. Например, в ходе реставрации синодика Успенской церкви в Печатниках (из фонда члена-корреспондента АН СССР А.И. Яковлева) удалось восстановить первоначальный порядок листов и реализовать комплекс мер, направленных на обеспечение длительной сохранности документа, который стал доступен для исследований и публикаций в научных изданиях. (Архив РАН).

Разработка методики реставрации эстампажей Русского археологического института в Константинополе

Сотрудники Санкт-Петербургского филиала Архива РАН разработали методику реставрации эстампажей Русского археологического института в Константинополе, хранящихся в его собрании. За последнюю сотню лет эти документы неоднократно перемещались (Стамбул–Одесса–Петроград/Ленинград) и зачастую хранились без соблюдения температурно-влажностного режима. Разработана и апробирована методика их реставрации, основной целью которой является восполнение разрывов и утраченных фрагментов бумажной основы документа методом доливки бумажной массой ручным способом на впитывающей поверхности. Данная методика позволяет вернуть эстампажу прежний объём рельефа, сохранить первоначальные размеры букв, достичь восполнения утраченных частей листа, заполнение разрывов, укрепление изломов и обветшавших краев листа, а также фрагментарно укрепить основу документа с лицевой стороны на подвергшихся деструкции участках. Также была разработана методика до-реставрационной фотофиксации эстампажей (в том числе крайне ветхих) путём создания 3D-копий. (Санкт-Петербургский филиал Архива РАН).

Создание базы данных для каталогизации древних восточных рукописей из собрания Института восточных рукописей РАН

Разработана база данных с русско- и англоязычным интерфейсом, позволяющая каталогизировать древние восточные рукописи из Сериндийского,

Дунхуанского и Тангутского фондов Института восточных рукописей РАН. На её основе возможен полнотекстовый поиск, позволяющий гибко сортировать информацию, представленную в каталожных описаниях, исходя из индивидуальных запросов исследователя. В БД внесена расширенная кодологическая информация относительно санскритской, старо-уйгурской, тибетской и тохарской частей коллекции. К карточкам единиц хранения прикреплены мини-версии изображений отреставрированных единиц хранения, а также крупные фотографии рукописей, уже введённых в научный оборот и опубликованных с факсимиле. Добавлены переводы фрагментов на русский язык и прикреплен список литературы публикаций, касающихся единиц хранения фонда, с возможностью скачивать публикации. (Институт восточных рукописей РАН).

Исследования по извлечению палеоантропологических данных из результатов 3D- (surface) сканирования и компьютерной томографии

Сотрудниками Института этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН, начиная с 2018 года, проводились исследования по извлечению качественных и количественных палеоантропологических данных из результатов 3D-(surface) сканирования и компьютерной томографии: реставрация палеоантропологического материала, включая материал с сильной посмертной деформацией; оценка качественных характеристик образцов для палеогенетического анализа; получение высокоинформативных 3D-копий редких палеоантропологических объектов. Использование результатов разработок обеспечивает современный подход к организации музейного дела – осуществляется копирование музейных экспонатов, изготовление тактильных копий, обеспечение различных мультимедийных проектов. В самой палеоантропологии такие исследования направлены на улучшение и оптимизацию виртуальной реконструкции лица по черепу и неинвазивное исследование скрытых костных структур палеоантропологических объектов, включая метрический и морфологический анализ. В целом, разработки применимы в областях, где нет возможности в полной мере применять CAD-моделирование и требуется подготовка полигональных моделей органических объектов к анализу, 3D-печати и рендеру. (ИЭА РАН).

Информационные ресурсы

Национальный корпус русского языка

В 2019–2020 годах продолжалось системное пополнение всех корпусов (современных и исторических) в составе «Национального корпуса русского языка» (рук. ак. РАН В.А. Плунгян). Совершенствовались аннотации и системы выдачи данных, продолжалась разработка электронных грамматических словарей на базе НКРЯ и создание справочной системы по русской грамматике. В настоящее время объём корпусов, доступных на сайте ruscorpora.ru, достиг ≈740 млн словоупотреблений. (ИРЯ РАН).

Создание описаний алтайских и уральских языков России, находящихся на грани исчезновения

В Институте языкознания РАН в рамках работы по созданию информационной системы «Создание описаний алтайских и уральских языков России, находящихся на грани исчезновения» (руководители и участники проекта – ак. РАН В.М. Алпатов, чл.-к. РАН А.В. Дыбо, д.филол.н. Ю.В. Норманская) с 2014 по 2020 год удалось создать 28 новых словарей (<http://lingvodoc.ispras.ru>). Ряд словарей, ранее не проанализированных или даже неизвестных, были обнаружены в Санкт-Петербургском архиве РАН. В них добавлены литературные этимологические аналоги, выполнен поиск этимологических соответствий для каждого слова во всех уральских и тунгусских словарях современных диалектов. Наиболее интересные результаты получены в процессе сравнения словарей исчезающих языков, созданных 150–250 лет назад, с современными данными, упорядоченными по генетической классификации уральских и алтайских языков. (ИЯз РАН).

Создание геоинформационных систем для изучения истории картографии, исторической географии и истории средневековой России

Сотрудниками Института всеобщей истории РАН разработаны две Веб-ГИС для изучения истории картографии и исторической географии, а также истории средневековой России.

Геоинформационная система «Чертежи Русского государства XVI–XVII вв.» (<http://histgeo.ru/drawings.html>) открывает пользователю доступ к комплексу древнейших русских чертежей, главным образом, из Российского государственного архива древних актов (около 1000 документов). В 2019 г. этот проект был награждён дипломом Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии «Росреестр» как пример одной из «лучших практик» применения ГИС-технологий в науке (<https://pd.gosreforma.ru/conference>).

Веб-ГИС «А СЕ ИМЕНА ВСЕМ ГРАДОМ РУСКИМ ДАЛНИМ И БЛИЖНИМ» (http://histgeo.ru/towns_rus.html) представляет собой новый тип исторической ГИС, где с картой сопряжён текст исторического источника. Материалом для её создания послужил давно известный в науке т.н. «Список городов дальних и ближних», сохранившийся в составе различных исторических источников XV–XVII вв. и насчитывающий от 355 до 362 городов (в зависимости от прочтения отдельных названий различными исследователями).

Результаты работы найдут широкое применение в исследовательской деятельности историков и историков-географов, станут ценным пособием для преподавателей вузов и школ, а также всех интересующихся отечественной историей. (ИВИ РАН).

Академические собрания сочинений Пушкинского Дома. Электронная библиотека

Электронный ресурс «Академические собрания сочинений Пушкинского Дома. Электронная библиотека» (www.russian-literature.org), основанный на

материале академических собраний сочинений классиков русской литературы, выпущенных в Институте русской литературы (Пушкинский дом) РАН в период с 1930-х гг. по настоящее время, предоставляет расширенные поисковые и сервисные возможности, отсутствующие на похожих сетевых ресурсах. Также осуществлена привязка к тексту вариантов, редакций, переводов и реального комментария, возможность цитирования по точной копии печатного издания, удобство оформления библиографических ссылок в печатных и электронных изданиях. В результате реализации проекта были введены в легальный электронный научный оборот нескольких десятков академических изданий. Создание ресурса стало значительным вкладом в формирование электронной информационной среды по русской словесности.

В настоящий момент на сайте russian-literature.org представлены тома из собраний сочинений В.Г. Белинского, Н.В. Гоголя, Ф.М. Достоевского, В.В. Капниста, М.Ю. Лермонтова, Н.А. Некрасова, Ф. Прокоповича, А.С. Пушкина, А.Н. Радищева, М.Е. Салтыкова-Щедрина, И.С. Тургенева. Планы дальнейшего развития ресурса связаны как с совершенствованием программной среды и улучшением функционала для исследований, так и значительным увеличением контента. (ИРЛИ РАН).

Учебники и учебные пособия

Учебное пособие «Государственная национальная политика Российской Федерации»

Учебное издание для специалистов в сфере национальных и религиозных отношений «Государственная национальная политика Российской Федерации» (М., 2020) базируется на положениях Стратегии государственной национальной политики Российской Федерации до 2025 года, Стратегии национальной безопасности Российской Федерации (2015 г.) и Указа Президента РФ от 7 мая 2012 г. «Об обеспечении межнационального согласия». Книга знакомит с основами государственной национальной политики Российской Федерации, её местом в жизни страны и в государственном управлении. Затрагиваются также вопросы, связанные с профессиональным стандартом и подготовкой специалистов в области государственной национальной политики, стратегическим планированием государственной национальной политики и поддержкой этнокультурного развития и формированием российской идентичности. (ИЭА РАН; ред. ак. РАН В.А. Тишков, Л.М. Дробижева, В.А. Михайлов, А.Ю. Полунов, ак. РАН Т.Я. Хабриева).

Учебное издание «Россия – Германия. Вехи совместной истории в коллективной памяти. XVIII–XX вв.» в трёх томах

В 2020 году завершилась работа над этим уникальным для европейского образовательного опыта пособием. Его подготовка велась с 2015 года. В 2019 году была завершена публикация русскоязычной версии издания и проведена презентация трёх томов на русском языке (презентация была поддержана при-

ветственными словами Президента Российской Федерации В.В. Путина и Федерального канцлера ФРГ А. Меркель, министрами иностранных дел России и ФРГ). В 2020 году в Германии был опубликован второй том на немецком языке (Helmut Altrichter, Nikolaus Katzer, Wassili Dudarew, Anna Matwejew (Hrsg.): Deutschland – Russland. Stationen gemeinsamer Geschichte. Orte der Erinnerung. Bd. 2: Das 19. Jahrhundert. Berlin/Boston, 2020). Первый и третий тома опубликованы ранее. Выход учебного пособия имеет важное практическое значение с точки зрения развития двусторонних гуманитарных контактов между Россией и Германией и может быть использовано в сфере образования в качестве учебного пособия для преподавателей истории в средней и высшей школе. (ИВИ РАН; ред. ак. РАН А.О. Чубарьян).

Учебное издание «Россия и Польша: преодоление исторических стереотипов»

Трёхтомное учебное издание для учителей средней школы по истории российско-польских отношений «Polska – Rosja. Materiały do nauczania historii» (в русском варианте: «Россия и Польша: преодоление исторических стереотипов») было издано в 2020 году в Польше на польском языке, в 2019 году завершилось издание трёхтомника на русском языке в России. В нём охватывается история российско-польского взаимодействия в период с XIV до конца XX вв. Теперь пособие стало достоянием не только российской, но и польской аудитории, что имеет существенное практическое значение с точки зрения развития двусторонних гуманитарных контактов, ныне практически замороженных. Уникальное издание стало результатом сотрудничества Института всеобщей истории РАН и Института Центрально-Восточной Европы (г. Люблин). Впервые школьный преподаватель получил возможность использовать в своей работе учебные модули, совместно подготовленные российскими и польскими историками и включающие составленные опытными методистами тесты. Авторы планируют осуществить перевод и издание сокращённого варианта пособия на английском языке, чтобы сделать его доступным для читателей за пределами России и Польши. (ИВИ РАН; ак. РАН А.О. Чубарьян и Мирослав Филиповича).

Учебник для вузов «Морская археология»

Первый в России учебник для вузов «Морская археология» (Севастополь, 2020) подготовлен и издан Севастопольским государственным университетом и Институтом истории материальной культуры РАН. Морская археология изучает остатки человеческой деятельности в прошлом на морях, взаимосвязанных водных путях и озёрах, а также на прилегающих к ним территориях. Морские археологические свидетельства охватывают следы материальной культуры независимо от того, находятся они под водой или на суше. Эта археологическая субдисциплина сформировалась во второй половине XX в., став с тех пор важной составляющей в изучении истории прибрежных территорий. В предлагаемом учебнике изложена история основных открытий в области мор-

ской археологии, проанализированы процесс становления её теоретической основы и направлений полевых исследований, выделены особенности археологических исследований под водой. Учебник предназначен для студентов исторических специальностей, историков, археологов и музейных работников. (ИИМК РАН; Вахонеев В.В.).

Учебное пособие «Народы России: дорога дружбы»

Подготовлена к изданию линейка учебных пособий «Народы России: дорога дружбы» (М., 2020), предназначенных для организации внеурочной деятельности младших школьников. В них рассказывается о культурном многообразии и духовной общности народов России. Издания нацелены на прививание любви к Родине, уважения к людям разных национальностей. Соответствует ФГОС НОО. (ИЭА РАН; ак. РАН В.А. Тишков).

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Все научные результаты фундаментальных исследований Отделения сельскохозяйственных наук РАН по реализации Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы нашли своё практическое применение в сельскохозяйственном производстве.

Результаты проведенных в период 2019–2020 годов фундаментальных исследований по реализации Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы в комплексе с поисковыми и прикладными исследованиями позволили разработать инновационную научно-техническую продукцию мирового уровня, признанную научным сообществом и одобренную общим собранием членов РАН закреплённых за Отделением сельскохозяйственных наук РАН, запатентованную и получившую медали и дипломы на отечественных и международных выставках и конференциях.

В области экономики, земельных отношений и социального развития села в условиях негативных тенденций, сложившихся на фоне многолетних рыночных преобразований агропромышленного комплекса Российской Федерации, наибольшую значимость приобретает совершенствование управления и организации сельскохозяйственного производства с целью повышения его конкурентоспособности, социально-экономического развития сельских территорий, форм земельной собственности и земельных отношений.

Для эффективного решения этих проблем учёными Отделения предлагается важнейшая научно-техническая продукция, разработанная на основе материалов, полученных по результатам выполнения фундаментальных исследований в комплексе с поисковыми и прикладными, рекомендуемая для освоения в агропромышленном комплексе Российской Федерации.

Механизмы управления инновационно-технологическим развитием отраслей сельского хозяйства Российской Федерации (животноводства и растениеводства) в условиях биоинформационного технологического уклада, предназначенные для усовершенствования системы управления инновационно-технологическим развитием растениеводства и животноводства Российской Федерации при переходе отраслей на биоинформационные технологии, как составной части VI-го технологического уклада.

Механизмы включают: теоретико-методологическое обоснование; систему норм, нормативов и индикативных показателей для осуществления оперативного управления инновационно-технологическим развитием АПК; методологию стратегического научно-технического прогнозирования.

Результаты НИР апробированы в Ростовской области и позволили повысить на 10% уровень управляемости инновационно-технологическим развитием животноводства и растениеводства, а также подготовить реалистичный прогноз на перспективу.

Оригинатор – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики и нормативов – филиал ФГБНУ «Федеральный ростовский аграрный научный центр».

Авторы: д.с.-х.н. Кавардаков В.Я., к.э.н. Гайворонская Н.Ф.

Механизм инновационно-инвестиционного развития в агропромышленном комплексе региона на примере Саратовской области, предназначенный для стимулирования инновационных процессов посредством активизации привлечения инвестиций и оптимизации финансирования. Механизм включает оптимизированные схемы инновационно-инвестиционных процессов, урегулирование правовых аспектов и создание фонда поддержки инноваций.

Апробирован на базе учебно-опытных хозяйств Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова, способствует повышению инвестиционной активности предприятий АПК Саратовской области на 10%. Рекомендован руководству сельскохозяйственных, перерабатывающих, снабжающих и обслуживающих предприятий, органам управления производственных и потребительских кооперативов.

Оригинатор – ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса».

Авторы: член-корреспондент РАН Заворотин Е.Ф., к.э.н. Сердобинцев Д.В. и другие.

Методика диагностики диверсификации сельской экономики, предназначенная для повышения инвестиционной привлекательности сельских территорий и АПК.

Методика включает оценку сельских ресурсов и метод определения приоритетных направлений реструктуризации экономики по основным видам деятельности.

Апробирована в Белгородской и Липецкой областях, обеспечив при этом повышение инвестиционной привлекательности на 7–10% от предшествовавшего уровня инвестиционной активности.

Рекомендуется для широкого использования региональными и муниципальными органами управления АПК, Минсельхозом России.

Оригинатор – ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики и организации АПК Центрально-Черноземного района Российской Федерации».

Авторы: академик РАН Закшевский В.Г., д.э.н. Меренкова И.Н. и другие.

Модели развития системы земельных отношений в сельском хозяйстве региона, позволяющие осуществлять проверку эффективности использования земель, повышение эффективности использования сельскохозяйственных угодий, усиление контроля и ответственности за нарушение земельного законодательства.

Апробированы в Саратовской области. Применение моделей обеспечило снижение процента неоформленных, арендованных и занятых монокультурами земель и повышение эффективности сельскохозяйственного землепользования на 20%.

Рекомендуются для широкого использования органами управления АПК, руководителями и специалистами сельскохозяйственных организаций.

Оригинатор – ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса».

Авторы: член-корреспондент РАН Заворотин Е.Ф., к.э.н. Гордополова А.А. и другие.

В области земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства для решения проблем эффективного использования земли рекомендуется к широкому освоению в агропромышленном производстве:

Технологии возделывания зерновых колосовых культур (рис. 115) для различных почвенно-климатических условий Европейской части России с применением азотных удобрений и биопрепаратов ассоциативных диазотрофов. Технологии включают новые приемы использования современных микробных препаратов на основе штаммов родов *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* в комплексе с удобрениями при возделывании основных зерновых культур. Технологии обеспечивают повышение урожайности зерна до 23%, дополнительное использование растениями 15–20 кг/га биологического азота, увеличение коэффициента использования минерального азота на 10–15%, повышают устойчивость агроэкосистемы, сводя к минимуму экологические риски. Апробированы в Московской, Тверской, Смоленской областях на площади 100 тыс. га. Рекомендуются для освоения в регионах Центрального федерального округа.

Оригинатор – ФГБНУ «ВНИИ агрохимии».

Авторы: академик РАН Завалин А.А., д.б.н. Алфёров А.А., к.с.-х.н. Чернова Л.С.



Рис. 115. Посевы зерновых колосовых культур при применении удобрений и биопрепаратов

В области растениеводства, защиты и биотехнологии растений продолжены исследования по решению первостепенных проблем повышения урожайности сельскохозяйственных культур и качества продукции. Учеными созданы конкурентоспособные сорта сельскохозяйственных культур с высокой урожайностью и качеством продукции. К наиболее значимым, не уступающим мировым аналогам, относятся следующие.

Сорт озимой мягкой пшеницы Ультра 11 (рис. 116), ультраскороспелый. Созревание происходит на три недели раньше всех возделываемых в производстве озимых культур, что позволяет сельхозпроизводителям в один год получать сверхсильное зерно пшеницы, а затем урожай сои или кукурузы на том же поле. Урожайность зерна 10 т/га, содержание белка – 16%, клейковины – 32%, стекловидность – 99%, общая хлебопекарная оценка – 4,8 балла.

Сорт отличается высокими засухоустойчивостью и жаростойкостью, повышенной зимо-морозостойкостью. Показывает иммунитет к пыльной головне, высоко устойчив к бурой ржавчине, умеренно устойчив к мучнистой росе и жёлтой ржавчине, умеренно восприимчив к фузариозу колоса и твёрдой головне.

Оригинатор – ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко». Авторы: ак. Беспалова Л.А., чл.-к. Аблова И.Б., д.с.-х.н. Кудряшов И.Н. и другие.

Опубликовано 4 статьи в изданиях, входящих в БД РИНЦ.



Рис. 116. Сорт пшеницы озимой мягкой Ультра 11 (созревает на три недели всех возделываемых в производстве озимых культур)

Сорт озимой твёрдой пшеницы Белла (рис. 117) короткостебельный, средняя высота 91 см, устойчив к полеганию, среднеспелый с повышенной морозостойкостью. Урожайность до 13 т/га. Масса 1000 зёрен 37–42 г, натура зерна 765–820 г/л. Содержание белка в зерне до 16,5%, клейковины до 33,0%. Средняя общая оценка макарон 4,9 баллов.

Высокоустойчив к септориозу, жёлтой ржавчине и мучнистой росе. Умеренно устойчив к бурой ржавчине.

Апробирован в Центрально-Чернозёмном, Северо-Кавказском регионах на площади 250 тыс. га.

Оригинатор – ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко».

Авторы: академик РАН Беспалова Л.А., д.с.-х.н. Мудрова А.А., к.с.-х.н. Яновский Я.С. и другие.



Рис. 117. Сорт озимой твердой пшеницы Белла

Сорт пшеницы шарозёрной озимой Прайм (рис. 118) – безостый, короткостебельный (90–100 см), среднеспелый предназначен для получения высоких урожаев зерна с хорошими качественными показателями для товаропроизводителей Северо-Кавказского региона Российской Федерации. Отличается высокой и стабильной по годам урожайностью – до 12 т/га; формирует стекловидное зерно с высоким содержанием белка (16%) и клейковины (30%), характеризуется хорошими хлебопекарными качествами. Сорт обладает высокими засухоустойчивостью и морозостойкостью, устойчивостью к осыпанию зерна. Показывает иммунитет к пыльной головне, высокоустойчив к жёлтой ржавчине и септориозу, устойчив к бурой ржавчине и мучнистой росе.

Оригинатор – ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко».

Авторы: академик РАН Беспалова Л.А., д.с.-х.н. Боровик А.Н., д.с.-х.н. Кудряшов И.Н. и другие.



Рис. 118. Сорт пшеницы шарозёрной озимой Прайм

Гибрид сахарной свеклы РУБИН (рис. 119) – односторонний диплоидный, на стерильной основе, урожайность 54,3 т/га, сахаристость 17,5%, сбор сахара 9,0 и более т/га. Гибрид имеет коническую форму корнеплода, глубина погружения корнеплода в почву 70–80%. Листовая розетка полупрямостоячая, тёмно-зеленого цвета. Устойчив к церкоспорозу и к цветущности, слабо поражается корнеедом и корневыми гнилями. Пригоден для средних и поздних сроков уборки. Потребители – семеноводческие и свеклосеющие хозяйства Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области.

Оригинатор ФГБНУ Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свёклы. Авторы: д.с.-х.н. Шевченко А.Г., к.б.н. Логвинов А.В., к.б.н. Логвинов В.А., к.с.-х.н. Мищенко В.Н. Заявка на патент № 68441.

Опубликованы 3 статьи в изданиях, входящих в БД РИНЦ.



Рис. 119. Гибрид сахарной свёклы Рубин

Гибрид подсолнечника Тайзар (рис. 120) – среднеранний, предназначен для выращивания семян с целью получения масла и шрота. Создан в рамках селекционно-генетической программы с доминантным геном Og7, контролирующим признак устойчивости к новой вирулентной заразице расы G. Урожайность до 3,3–3,8 т/га. Содержание жира в семенах – 52%. Сбор масла – 1,6 т/га. Выровнен по высоте, срокам цветения и созревания. Обладает устойчивостью к заразице (расы A-G), возбудителю ложной мучнистой росы (расы 330, 710, 730, 334 и 734), толерантностью к фомопсису.

Рекомендован для возделывания в Центральном, Поволжском, Северо-Кавказском, Южном и Сибирском федеральных округах, в регионах с распространением новых вирулентных рас заразицы.

Оригинатор – ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

Авторы: д.б.н. Демуринов Я.Н., к.с.-х.н. Савченко В.Д., к.б.н. Борисенко О.М. и другие.



Рис. 120. Новый гибрид подсолнечника Тайзар

Сорт картофеля Восторг (рис. 121), среднеспелый, многоклубневый и высокоурожайный. Урожайность – 60–70 т/га, содержание сухих веществ 22–25%, масса товарного клубня 120–150 г, вкус хороший. Клубни светло-жёлтые, удлиненной формы, отличаются высокой товарностью и лёжкостью в период зимнего хранения. Кожура гладкая, глазки мелкие, мякоть клубня светло-жёлтая. По технологическим и биохимическим показателям клубни пригодны для переработки на «фри».

Сорт устойчив к раку, относительно устойчив к фитофторозу по ботве и клубням, устойчив к парше обыкновенной, ризоктониозу и фомозу.

Оригинатор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха». Патент № 9865.

Авторы: д.с.-х.н. Симаков Е.А., к.с.-х.н. Митюшкин А.В., к.с.-х.н. Апшев Х.Х. и другие.

Материалы опубликованы в журнале «Картофель и овощи». – 2019. – № 7.



Рис. 121. Сорт картофеля Восторг, а – куст, б – клубни с одного куста

Сорт картофеля Армада (рис. 122) – среднеранний, пригоден для получения ранней продукции, многоклубневый и высокоурожайный. Урожайность – 45–55 т/га, содержание сухих веществ – 20–22%, крахмала – до 18%, масса

товарного клубня – 120–130 г, вкус отличный. Клубни светло-бежевые удлинённо-овальной формы, мякоть кремовая, отличаются высокой товарностью и лёжкостью в период зимнего хранения. Сорт устойчив к раку, золотистой цистообразующей картофельной нематодe, относительно устойчив к фитофторозу по ботве и клубням, устойчив к парше обыкновенной. Рекомендован для товаропроизводителей Центрального федерального округа.

Оригинатор – ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха».

Авторы: д.с.-х.н. Симаков Е.А., к.с.-х.н. Митюшкин А.В., к.с.-х.н. Журавлев А.А. и другие.



Рис. 122. Сорт картофеля Армада, а – поле, б – клубни

Гибриды кукурузы Пятигорье, Воронежский 130 МВ, Воронежский 192 СВ, Машук 505 (ФАО 500), Машук 320 (ФАО 350), Белозерный 305 (ФАО 300) (рис. 123) предназначены для возделывания на зерно и силос в различных почвенно-климатических условиях Российской Федерации, в том числе с ограниченным периодом вегетации. Растения высотой 190–240 см, высота прикрепления початка 75–100 см. Рекомендованы для возделывания в Центральном, Поволжском, Уральском и Сибирском федеральных округах. Урожайность зерна – 6–9 т/га, что на 10–15% выше стандартов.

Отечественные гибриды, не уступая иностранным аналогам по продуктивности, устойчивы к стеблевым гнилям, пузырчатой головне и повреждению кукурузным стеблевым мотыльком, обладают хорошей засухоустойчивостью.

Оригинатор – ФГБНУ «ВНИИ кукурузы». Созданы коллективом авторов под руководством академика РАН Сотченко В.С.



Рис. 123. Гибрид кукурузы Пятигорье

Гибриды капусты белокочанной на основе ЦМС: раннеспелый F1 Услада и позднеспелый – F1 Атлант (рис. 124), устойчивые к растрескиванию кочана, слизистому и сосудистому бактериозам, фузариозному увяданию. Урожайность гибрида F1 Услада – 46–52 т/га, средняя масса кочана – 1,1–1,3 кг. Кочан округлый, серо-зелёный. Содержание сухого вещества – 6,66–6,79%, сумма сахаров – 3,52–3,95%, содержание аскорбиновой кислоты – 3,21–3,67 мг%, суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в продукции – 3,88 мг/г в ЕАК и 1,25 мг/г в ЕГК.

Позднеспелый гибрид F1 Атлант, характеризуется одновременным созреванием, морфологически однороден, кочан округлой формы со средней массой 3,0 кг. Средняя урожайность – 90–100 т/га. Предназначен для потребления в свежем виде и для хранения.

Оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства». Авторы: акад. Пивоваров В.Ф., чл.-к. Солдатенко А.В., д.с.-х.н. Бондарева Л.Л., д.с.-х.н. Сирота С.М. и другие.

Опубликован в журнале «Овощи России». 2019. № 4.



Рис. 124. Гибриды капусты белокочанной: раннеспелый F1 Услада, позднеспелый F1 Атлант

Гибрид перца сладкого F1 Медок (рис. 125) предназначен для получения раннего урожая в плёночных теплицах и открытом грунте. Растение полураскидистое, компактное, средней высоты. Лист крупный, зелёный, морщинистость очень слабая. Плод пониклый, трапециевидный, средней длины, глянцевого, окраска в технической спелости зеленовато-белая, в биологической – жёлтая. Число гнезд – 3–4. Масса плода – до 150 г, толщина стенки – 7–8 мм. Урожайность товарных плодов – 7 кг/м². Отличается высоким качеством плодов: содержание сухих веществ 8,3%, аскорбиновой кислоты – 169 мг%, общих сахаров – 4,6%, каротиноидов – 7,3 мг%, обладают отличными вкусовыми качествами, сочные, с сильным перечным ароматом. Устойчив фузариозному и вертициллезному увяданию, толерантен к фитоплазме (столбур 16 SrXII).

Оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства».

Авторы: к.с.-х.н. Джос Е.А., д.с.-х.н. Пышная О.Н. и другие.



Рис. 125. Гибрид перца сладкого F1 Медок

Гетерозисный гибрид томата товарной группы биф F1 Держава (рис. 126) индетерминантного типа роста, предназначен для плёночных теплиц, среднеранний. Растения средней высоты, междоузлия средней длины. Плод округлой формы, слаборебристый, плотный, ярко-красной окраски, хорошие вкусовые качества массой до 260 г. В кисти 4–7 плодов. Урожайность в весенних плёночных теплицах 20,2–20,2 кг/м². Гибрид отличается высоким качеством плодов: содержание сухих веществ 5,0%, аскорбиновой кислоты – 22–25 мг%, общих сахаров – 4,2%, каротина – 1,5 мг%. Устойчив к кладоспориозу, вирусу мозаики томата, фузариозному увяданию (Ff, ToMV, Fol), среднеустойчив к мучнистой росе. Гибрид салатного назначения.

Оригинатор – ФГБНУ ВНИИО – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства».

Авторы: к.с.-х.н. Терешонкова Т.А., к.с.-х.н. Ховрин А.Н. и другие.



Рис. 126. Гибрид томата F1 Держава

Гибрид лука репчатого F1 Визит (рис. 127), среднеспелый, полуострый. Характеризуется высокой вызреваемостью перед уборкой – 80%, а после дозаривания – 95%. Луковица округлой формы (индекс формы 1,0), массой 80–120 грамм, с плотно прилегающими белыми сочными чешуями, светло-коричневой окраской сухих чешуй. Средняя урожайность до 100 т/га. Гибрид пригоден к механизированной уборке и длительному хранению (до 210 суток), имеет высокую лёжкость – 95% и устойчивость к пероноспорозу. Содержание сухого вещества – 13,3%, общего сахара – 10,2%. Продукция используется для хранения, консервирования, салатов, кулинарии, а также универсального назначения. Предназначен для товарного производства в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Чернозёмном, Средневолжском, регионах.

Оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства».

Авторы: чл.-корр. Солдатенко А.В., к.с.-х.н. Кривенков Л.В., к.с.-х.н. Логунова В.В., к.с.-х.н. Гращенкова Н.Н. Опубликовано в журнале «Известия ФНЦО». 2019, № 2.



Рис. 127. Гибрид лука репчатого F1 Визит

Сорт чеснока озимого (*Allium sativum* L.) Мелиоратор (рис. 128) – среднеспелый, стрелкующийся, высокозимостойкий, универсального использования. Урожайность – 21–23 т/га. Луковица округло-плоская, крупная, массой 65–70 г, плотная, острого вкуса, образует крупные воздушные луковички. Сухие наружные чешуи фиолетово-красные, зубков в луковице – 5–7, крупные, массой – 8–10 г, мякоть зубка кремовая, содержание сухого вещества 39,7%, общего сахара 25,3%. Сорт устойчив к основным болезням и вредителям.

Оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства».

Авторы: акад. Пивоваров В.Ф., чл.-к. Солдатенко А.В., к.с.-х.н. Агафонов А.Ф., к.с.-х.н. Баранова Е.В., к.с.-х.н. Кривенков Л.В., к.с.-х.н. Середин Т.М., к.с.-х.н. Шумилина В.В. Опубликовано в журнале «Известия ФНЦО». 2019, № 1.



Рис. 128. Сорт чеснока озимого Мелиоратор

Сорт эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* Moench) Северянка (рис. 129), адаптирован к региональным условиям Нечернозёмной зоны России. Урожайность сырья (сухой надземной части) – 3 т/га, содержание суммы производных оксикоричных кислот в пересчёте на цикориевую кислоту в сырье – 4,54%, общий сбор суммы производных оксикоричных кислот до 140 кг/га, урожайность семян – 1,5–1,6 т/га; по общему сбору БАВ превышает параметры сорта-стандарта в 1,8 раза.

Сорт предназначен для производства лекарственных средств, имеющих широкий спектр действия при различных патологиях (инфекционных и воспалительных заболеваниях дыхательных путей, мочеполовой системы и опорно-двигательного аппарата, ослабленном иммунитете и др.).

Оригинатор ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений». Авторы: к.б.н. Коротких И.Н., к.б.н. Хазиева Ф.М., к.б.н. Бабаева Е.Ю., к.б.н. Тхаганов Р.Р. Патент № 10241.

Опубликован в сборнике «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции», 2018, т. 179.



Рис. 129. Сорт эхинацеи пурпурной Северянка

В области зоотехнии и ветеринарии продолжены исследования по разработке методов селекции животных по их племенной ценности с использованием геномной информации в целях создания высокопродуктивных конкурентоспособных пород и типов сельскохозяйственных животных для получения животноводческой продукции с требуемыми качественными характеристиками.

Учёными Отделения сельскохозяйственных наук созданы типы и кроссы животных, птиц и рыб, обеспечивающие получение продукции высокого качества.

3-х породный кросс кур ВНИИГРЖ ФБ 1 (рис. 130) мясного направления продуктивности (брамахуссексхорниш) характеризуется высокой живой массой бройлеров: в 9 недель жизни (2520–2530 г), хорошей мясной скороспелостью. Выход грудных и ножных мышц – 35–37%. Выход грудных мышц от массы потрошённой тушки составляет 22,7–23,4%. Содержание протеина в мясе грудных мышц – 23–24%. Птица отличается высокой адаптационной способностью к клеточной и напольной системе содержания, нетребовательностью к условиям кормления, приспособленностью к климатическим и технологическим условиям содержания в фермерских и приусадебных хозяйствах, особенно в северо-западных регионах России.

Создан: ВНИИГРЖ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста», чл.-к. РАН Племяшов К.В., д.с.-х.н. Гальперн И.Л., д.б.н. Станишевская О.И., и др. Материалы опубликованы в семи научных изданиях. Патент на селекционное достижение № 10534.



Рис. 130. Трёхпородный кросс кур ВНИИГРЖ ФБ

Порода перепелов «Омская» (рис.131) мясояичного направления продуктивности. Выведена методом сложного воспроизводительного скрещивания с использованием пород «японская» и «фараон». Характеризуется хорошей приспособленностью к различным технологиям содержания, высокими воспроизводительными показателями и продуктивностью. Живая масса в 6 недель: перепел 207 г, перепёлка 271 г. Яйценоскость за 44 недели – 217 шт., среднесуточные приросты молодняка перепелов за 42 дня жизни составляют 5,48 г, затраты корма на 1 кг прироста молодняка – 3,14 к.ед.

Создан: СибНИИП – филиал ФГБНУ «Омский АНЦ» ак. РАН Фисинин В.И., к.с.-х.н. Дымков А.Б., д.с.-х.н. Ройтер Я.С. и др. Материалы опубликованы в шести научных изданиях. Патент на селекционное достижение № 10132.



Рис. 131. Порода перепелов «Омская»

Порода овец Артлухский меринос (рис. 132) мясошёрстного направления продуктивности. Животные обладают высокой приспособляемостью к условиям альпийских пастбищ на высоте 2300–2600 м над уровнем моря, отличаются улучшенными мясными и откормочными качествами, высокой шёрстной продуктивностью. Живая масса баранов в годовалом возрасте – 51,4 кг, настриг мытого волокна – 2,2 кг, ярок, соответственно 42,6 и 1,8 кг. Выход мяса туши – 44,2%. Длина шерсти – 9,4–10,4 см. Плодовитость маток 123–135 ягнят на 100 маток. Сохранность молодняка отбивке и на конец года, соответственно – 98 и 96%. Рекомендована для горно-отгонного разведения в предгорной зоне Республики Дагестан.

Оригинатор – ФГБНУ ФАНЦ РД.

Авторы: д.с.-х.н. Мусалаев Х.Х., к.с.-х.н. Хожаков А.А., к.с.-х.н. Абдуллабеков Р.А. Патент № 10112.



Рис. 132. Порода овец Артлухский меринос

Тип овец «Полынный» каракульской породы, (рис. 133) смушкового направления продуктивности, хорошо адаптированный к природным условиям Калмыкии. Бараны-производители и матки однородны и стабильны по окраске шёрстного покрова серого цвета. Животные крупные. Средняя живая масса ба-

ранов равна 72,2 кг, маток – 45,89 кг. Извитость шерсти у баранчиков и ярок слабоволнистая. Тонина шерсти у ярок равна 28,25, у баранчиков – 28,71 мкм. Руно косичного строения. Выход ягнят составляет 122,7%. Выход шкурок желательной жакетной группы до 55,9%. Серые каракульские смушки являются одними из ценных видов каракуля и пользуются постоянным спросом как внутри нашей страны, так и на международном пушном рынке.

Создана: Калмыцкий НИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» ак. Амерханов Х.А, ак. Юлдашбаев Ю.А, д.с.-х.н. Арилов А.Н. и др. Материалы опубликованы в трёх изданиях. Патент на селекционное достижение № 10515.



Рис. 133. Тип овец каракульской породы «Полярный»

3-х породный кросс кролика Родник (рис. 134) мясного направления продуктивности. Создан путём сложного переменного скрещивания пород «белый великан»×советская шиншилла×калифорнийская». Животные имеют высокие показатели продуктивности: живая масса молодняка в 77-суточном возрасте – 2,62 кг, в 90-суточном – 3,11 кг. Плодовитость крольчих при разведении «в себе» составляет до 9,3 крольчат на самку, жизнеспособность молодняка в расчёте на одну крольчиху в 77-суточном возрасте – 7,5, в 90-суточном – 7,2 голов.

Данный кросс может быть использован в условиях шедового содержания и предназначен для получения высококачественного диетического мяса.

Создан: НИИПЗК, д.б.н. Тинаев Н.И., к.б.н. Шумилина А.Р. и др. Материалы опубликованы в семи научных изданиях. Патент на селекционное достижение № 10245.



Рис. 134. Трёхпородный кросс кролика Родник

Кросс карпа «Сурский малокостный» (рис. 135) предназначен для получения рыбной продукции, характеризуется повышенными потребительскими качествами – высокий продуктивный рост, разбросанный чешуйный покров, малое количество межмышечных костей (46 шт. по сравнению со средним значением 80 шт. у других пород карпа). Благодаря высоким иммунным свойствам кросс имеет хорошую выживаемость и пониженную заболеваемость на эмбриональной (при инкубации) и личиночной стадиях, в возрасте сеголетков и двухлетков во время зимовки. Выход товарной продукции кросса карпа составляет 273,4 ц в расчёте на одну самку. Хозяйственная полезность кросса определяется его малокостностью. Зеркальный чешуйный покров имеет преимущество при реализации из-за более высокого спроса на зеркальных рыб. Рекомендован к разведению в рыбоводных хозяйствах всех форм собственности Российской Федерации.

Оригинатор – ВНИИР – филиал ФГБНУ «ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста».

Авторы: д.б.н. Пронина Г.И., к.с.-х.н. Петрушин А.Б. и другие. Патент № 10112.



Рис. 135. Кросс карпа «Сурский малокостный»

Вакцина против вирусной геморрагической болезни кроликов, содержащая в своём составе антигены RHDV1 и RHDV2 (рис. 136) изготовлена из инактивированной суспензии печени кроликов, инфицированных вирусом геморрагической болезни, с добавлением геля гидрата окиси алюминия в качестве адъюванта. Одна иммунизирующая доза вакцины содержит не менее 128 ГАУ инактивированного вируса. Вакцина безвредна, вызывает формирование иммунного ответа у кроликов к ВГБК тип 1 и тип 2 через 3 суток после однократного введения, продолжительностью 12 месяцев.

Вакцина предназначена для применения в благополучной зоне, а также в угрожаемых и неблагополучных хозяйствах. Опубликовано три статьи в научных изданиях.

Разработана: ФИЦВиМ, к.в.н. Сливко И.А., к.в.н. Луницин А.В., к.в.н. Живодеров С.П. и др. Регистрационное удостоверение лекарственного препарата для ветеринарного применения 12-1-4.17-4390 № ПВР-1-4.0/00486.



Рис. 136. Вакцина против вирусной геморрагической болезни кроликов, содержащая в своём составе антигены RHDV1 и RHDV2

Диагностикум для выявления вируса геморрагической болезни кроликов (ВГБК-2) (рис. 137). Вирус ВГБК-2 отличается от «классического» и антигенного варианта RHDVa своими биологическими свойствами, а также формирует отдельный серотип. Комплект состоит из набора для выделения «МагноПраймЮни» на магнитных частицах и набора для выявления и дифференциации ВГБК и ВГБК-2 методом полимеразной цепной реакции (ПЦР), обладающим высокой чувствительностью и скоростью анализа в режиме реального времени. Диагностикум предназначен для применения в неблагополучных кролиководческих хозяйствах Российской Федерации.

Оригинатор – ФГБНУ ФИЦВиМ.

Авторы: к.б.н. Синрякова И.П., к.б.н. Титов И.А.



Рис. 137. Диагностикум для выявления вируса геморрагической болезни кроликов (ВГБК-2)

В области механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства продолжены исследования по техническому и технологическому перевооружению отрасли с использованием роботизированных средств.

Учёными Отделения сельскохозяйственных наук разработана **Модульная роботизированная доильная установка** (рис. 138) с дифференцированным выдаиванием, мониторингом качества молока в потоке и контролем физиологического состояния животных. Создана для технического перевооружения существующих доильных залов, обеспечивающая: снижение заболеваемости коров маститом на 25–30%, отделение аномального молока в потоке, повышение сроков хозяйственного использования животных до 4–5 лактаций, снижение стоимости в 5–6 раз по сравнению с импортными аналогами, повышение пропускной способности на 1 место до 9 голов в час.

Установка обеспечивает гармонизацию взаимодействия биологических, технологических и машинных объектов, эффективный менеджмент, сокращение издержек производства на 35–40%.

Разработана: ФНАЦ ВИМ. Авторы: ак. Измайлов А.Ю., чл.-к. Дорохов А.С., чл.-к. Цой Ю.А., д.т.н. Кирсанов В.В.

Опубликовано в журналах БД РИНЦ 44 статьи, 4 статьи в Scopus. Патенты № 2673726, 2653881, 2688830.



Рис. 138. Модульная роботизированная доильная установка

Универсальное малогабаритное роботизированное транспортно-технологическое средство (рис. 139), предназначенное для эффективного проведения транспортных и вспомогательных работ в развитой и ограниченной инфраструктуре сельскохозяйственных предприятий.

Аппарат снабжён экологически безопасной энергоустановкой в виде автоматизированного электропривода и гусеничной ходовой системой. Транспортное средство обеспечивает сокращение времени транспортировки груза на 10–15%, возможность агрегатирования с машинами и орудиями в рамках класса тяги 0,2, работы в условиях переувлажнённых и слабонесущих почв. Ре-

комендуется для освоения в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах различных форм собственности.

Оригинатор – ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ».

Авторы: академик РАН Измайллов А.Ю., член-корреспондент РАН Дорохов А.С., к.т.н. Федоткин Р.С., к.т.н. Крючков В.А.



Рис. 139. Универсальное малогабаритное роботизированное транспортно-технологическое средство, а – общий вид, б – обработка почвы и транспортные работы

Беспилотная система управления селекционным зерноуборочным комбайном предназначена для повышения производительности труда и роботизации процессов уборки зерна, повышения скорости и точности выполнения технологических операций. Комплекс включает (рис. 140) систему подруливающего устройства – 1; модуль терминальный универсальный МТУ-03 – 2; вычислитель нейросетевой ВН-01 (ВН-02) – 3; контроллер КУСТ-01 – 4; датчик угла поворота колёс – 5; серворегулятор ГСТ – 6; ультразвуковой датчик радарного типа – 7; машинное зрение – 8.

Рекомендуется для освоения во всех регионах Российской Федерации.

Оригинатор – ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ».

Авторы: академик РАН Измайллов А.Ю., к.т.н. Чаплыгин М.Е.

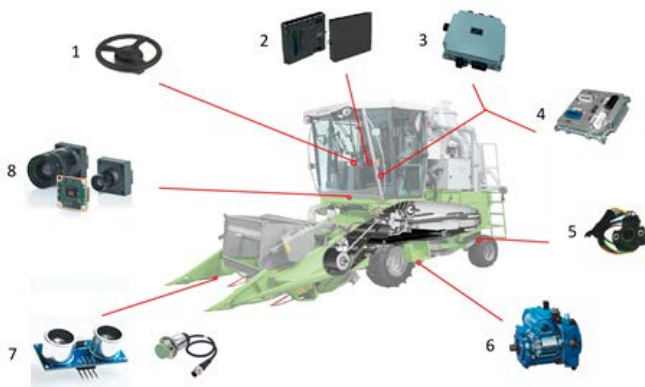


Рис. 140. Беспилотная система управления селекционным зерноуборочным комбайном

В области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции для решения проблемы ликвидации дефицита белка и ресурсосбережения разработаны способы глубокой переработки вторичных продуктов переработки зерновых и зернобобовых культур (тритикале, овёс, ячмень, горох, нут) на крахмал (зерновые экстракты, нерастворимые остатки, мука, зерновая сыворотка) с использованием ферментативных и биоконверсионных микробиологических процессов получения белковых концентратов, двух- и трёхкомпонентных композитов с повышенной биологической, пищевой и кормовой ценностью (рис. 141).

Создана компьютерная программа для конструирования сбалансированных по незаменимым аминокислотам белковых продуктов, созданы новые штаммы симбиоза грибов и дрожжей и методология обеспечения повышенной массовой доли белка, липидов, углеводов, каротиноидов и соответствующих функциональных свойств в кормовых и пищевых концентратах и композитах.

Материалы опубликованы в шести статьях, в том числе трёх, индексируемых базах WoS и Scopus. Патент на изобретение № 2680693.

Разработчик: ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. Авторы: д.т.н., проф. Колпакова В.В., к.б.н. Уланова Р.В., д.т.н. Лукин Н.Д., асп. Куликов Д.С.

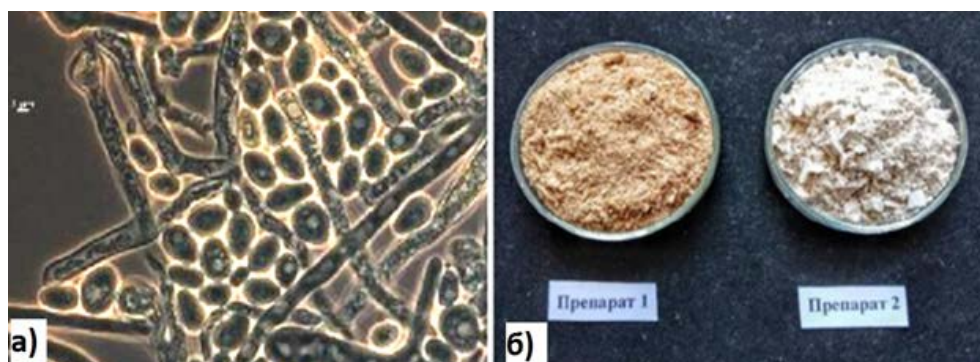


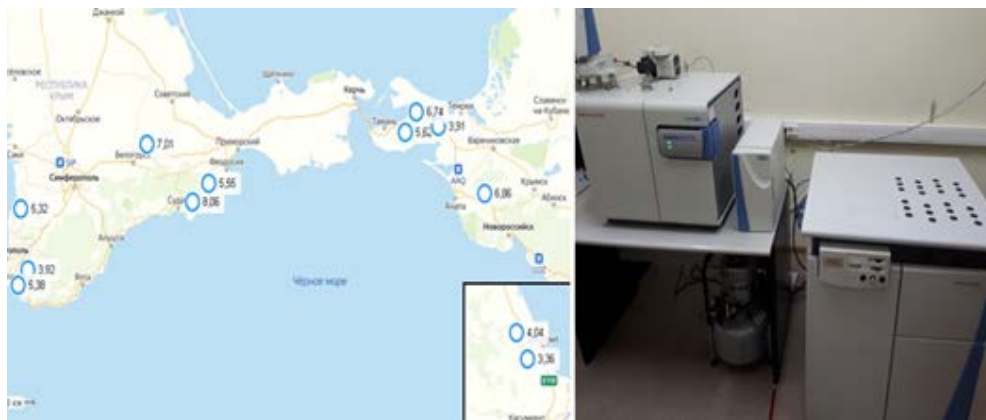
Рис. 141 а) Симбиотическая культура гриба *G. candidum* 977 с дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*. б) Кормовой микробно-растительный продукт 1 и биомасса 2

Для защиты потребителей от недоброкачественной и фальсифицированной продукции разработаны **научно обоснованные методические рекомендации по идентификации алкогольных напитков, минеральных и питьевых вод на основе изучения отношений изотопов биофильных элементов** (углерод, кислород, водород) (рис. 142). В основу идентификации продукции методом изотопной масс-спектрометрии заложен принцип выявления компонентов, изотопные характеристики углерода, кислорода и водорода которых могут дать однозначный ответ на вопрос об их подлинности. На основе изучения отношений изотопов биофильных элементов были установлены критерии подлинно-

сти для минеральных и питьевых вод из различных природных источников, а также для вин из винограда, отобранного с виноградников основных винодельческих регионов РФ. Апробировано в Краснодарском крае, Республике Крым, Республике Дагестан. Рекомендованы для использования на винодельческих предприятиях России.

Оригинатор – ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Авторы: д. т. н., проф. Панасюк А.Л., к. т. н. Кузьмина Е.И., к. т. н. Свиридов Д.А. и другие.



Значение изотопных характеристик кислорода водной компоненты вин для различных географических мест произрастания винограда (Крым, Краснодарский край, Дагестан), %.

Изотопный масс-спектрометр Delta V Advantage, Thermo Fisher Scientific (Bremen)

Рис. 142. Применение научно обоснованных методических рекомендаций

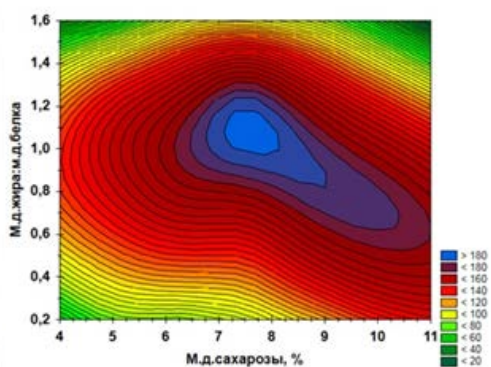
Научно обоснованный экспресс-метод биотестирования молочных продуктов. (рис. 143) основанный на применении тест-организмов *Tetrahymena rugiformis*, с использованием которого установлены закономерности влияния соотношения массовой доли жира, белка и углеводов (сахарозы) в нормализованных смесях, а также технологических ингредиентов: стабилизирующих добавок, сшивающего фермента транслутаминазы, сахара на относительную биологическую ценность молочных продуктов на примере йогурта. На основе применения экспресс-метода оценки относительной биологической ценности и выбранных критериев разработана методология создания цельномолочных продуктов (на примере йогурта), обеспечивающая их высокое качество и безопасность.

Применение методических приёмов биотестирования в сочетании с химико-аналитическими методами даст возможность более полной и достоверной оценки качества и безопасности молочных продуктов, что позволит составить

ассортимент продукции высокого качества, способствующей решению проблемы сохранения здоровья человека.

Оригинатор – ФГАНУ «ВНИИ молочной промышленности».

Автор: д.т.н. Зобкова З.С.



Карта линий уровня ОБЦ йогурта для переменных м.д. жира, белка, сахарозы

Рис. 143. Экспресс-метод биотестирования молочных продуктов

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

1. ОМН РАН - Отделение математических наук РАН
2. ОФН РАН - Отделение физических наук РАН
3. ОНИТ РАН - Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН
4. ОЭММПУ РАН - Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН
5. ОХНМ РАН - Отделение химии и наук о материалах РАН
6. ОБН РАН - Отделение биологических наук РАН
7. ОФизиолН РАН - Отделение физиологических наук РАН
8. ОНЗ РАН - Отделение наук о Земле РАН
9. ООН РАН - Отделение общественных наук РАН
10. ОГПМО РАН - Отделение глобальных проблем и международных отношений РАН
11. ОИФН РАН - Отделение историко-филологических наук РАН
12. ОМедН РАН - Отделение медицинских наук РАН
13. ОСН РАН - Отделение сельскохозяйственных наук РАН
14. ДВО РАН - Дальневосточное отделение РАН
15. СО РАН - Сибирское отделение РАН
16. УрО РАН - Уральское отделение РАН
17. ВНЦ РАН и РСО-А - Владикавказский научный центр РАН и Правительства Республики Северная Осетия - Алания
18. ДНЦ РАН - Дагестанский научный центр РАН
19. КБНЦ РАН - Кабардино-Балкарский научный центр РАН
20. КазНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
21. КарНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»

22. КИББ ФИЦ КазНЦ РАН - Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук»
23. КНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук».
24. НИГТЦ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения Российской академии наук»
25. ННЦ РАН - Нижегородский научный центр РАН
26. НЦЧ РАН - Научный центр РАН в Черноголовке
27. СамНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский научный центр Российской академии наук
28. СПбНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук
29. СНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Саратовский научный центр Российской академии наук
30. ТНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение Троицкий научный центр Российской академии наук
31. УНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук
32. ЮНЦ РАН - «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»
33. АКЦ ФИАН - Астрокосмический центр Учреждения Российской академии наук Физического института им. П.Н.Лебедева РАН
34. БИП СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук
35. ВНИВИП-филиал ФНЦ ВНИТИ-ПРАН - «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства» – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»
36. ВНИВИПФиТ - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии

37. ВНИИ агрохимии - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»
38. ВНИИ кукурузы - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»
39. ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова - Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова
40. ВНИИЗиЗПЭ - Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, структурное подразделение ФГБНУ «Курский ФАНЦ»
41. ВНИИО – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» - Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства»
42. ВНИИР – филиал ФГБНУ «ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста» - Всероссийский научно-исследовательский институт интегрированного рыбоводства филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»
43. ВНИИСПК - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»
44. ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»
45. ВНИИФТРИ - Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений»
46. ВНИМИ, ВНИИ молочной промышленности - Федеральное государственное автономное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»
47. ВолНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»
48. ГАИШ - Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга
49. ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ. - Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского» департамента здравоохранения города Москвы

50. ГГМ РАН - Государственный геологический музей им. В.И.Вернадского Российской академии наук
51. ГЕОХИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук
52. ГИ КНЦ РАН - Геологический институт – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»
53. ГИН РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук
54. ГИН СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук
55. ГИ УрО РАН - «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук
56. ГоИ КНЦ РАН - Горный институт – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»
57. ГЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геофизический центр Российской академии наук
58. ДВФУ - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет»
59. ЗИН РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Зоологический институт Российской академии наук
60. ИАГП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аграрных проблем Российской академии наук
61. ИАП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации проектирования Российской академии наук
62. ИАП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук
63. ИАПУ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук

64. ИАфр РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Африки Российской академии наук
65. ИАЭТ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт археологии и этнографии Сибирского отделения Российской академии наук
66. ИБВВ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук
67. ИБК РАН - Институт биофизики клетки Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»
68. ИБМХ - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича»
69. ИБПК СО РАН - Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
70. ИБР РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки биологии развития им. Н.К. Кольцова Российской академии наук
71. ИБРАЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук
72. ИБХ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук
73. ИВ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт востоковедения Российской академии наук
74. ИВИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт всеобщей истории Российской академии наук
75. ИВиС ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук
76. ИВМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук

77. ИВМ СО РАН - Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
78. ИВНД и НФ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
79. ИВП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных проблем Российской академии наук
80. ИГ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук
81. ИГ ДНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии Дагестанского научного центра Российской академии наук
82. ИГ УФИЦ РАН - Институт геологии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
83. ИГД ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук
84. ИГД СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук
85. ИГДС СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук
86. ИГЕ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук
87. ИГЕМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук
88. ИГиИПМНС СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера Сибирского отделения Российской академии наук
89. ИГиЛ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук

90. ИГиП ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской академии наук
91. ИГМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук
92. ИГП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт государства и права Российской академии наук
93. ИГХ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской Академии Наук
94. ИГЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук
95. ИДВ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Дальнего Востока Российской академии наук
96. ИДГ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук
97. ИДСТУ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук
98. ИЕ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Европы Российской академии наук
99. ИЗК СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук
100. ИИАЭ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока Дальневосточного отделения Российской академии наук
101. ИИиА УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории и археологии Уральского отделения Российской академии наук
102. ИИММ КНЦ РАН - Институт информатики и математического моделирования – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»
103. ИИПРУ КБНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт информатики и проблем регионального управления Российской академии наук – филиал ФНИЦ «Кабардино-Балкарский научный центр РАН»

104. ИИЯЛ УФИЦ РАН - Ордена Знак Почета Институт истории, языка и литературы – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
105. ИКВС УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук
106. ИКЗ ТюмНЦ СО РАН - Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН
107. ИКИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук
108. ИКТИ РАН - Федеральное государственное автономное учреждение науки Институт конструкторско-технологической информатики Российской академии наук
109. ИЛ КарНЦ РАН - Институт леса – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»
110. ИЛА РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Латинской Америки Российской академии наук
111. ИЛИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лингвистических исследований Российской академии наук
112. ИЛФ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук
113. ИМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук
114. ИМАШ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благоврава Российской академии наук
115. ИМБ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта Российской академии наук
116. ИМБП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации институт медико-биологических проблем Российской академии наук

- | | |
|-------------------|--|
| 117. ИМГ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной генетики Российской академии наук |
| 118. ИМЕТ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук |
| 119. ИМЕТ УрО РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии Уральского отделения РАН |
| 120. ИМЗ СО РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук |
| 121. ИМКЭС СО РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук |
| 122. ИМЛИ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мировой литературы им. А.М. Горького Российской академии наук |
| 123. ИМСС УрО РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук |
| 124. ИМЧ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мозга человека имени Н.П. Бехтеревой Российской академии наук |
| 125. ИМЭМО РАН | - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова Российской академии наук» |
| 126. ИНГГ СО РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук |
| 127. ИНМЭ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нанотехнологий микроэлектроники Российской академии наук |
| 128. ИНП РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук |
| 129. ИНЦ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии Российской академии наук |

130. Институт иммунологии ФМБА России	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр «Институт иммунологии» Федерального медико-биологического агентства
131. Институт философии РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии Российской академии наук
132. Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», Институт угля СО РАН
133. ИНЭИ РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт энергетических исследований Российской академии наук
134. ИНЭОС РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук
135. ИОГен РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук
136. ИОНХ РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук
137. ИОФ РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук
138. ИОХ РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук
139. ИП РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии Российской академии наук
140. ИПКОН РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук
141. ИПЛИТ РАН	- Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН – филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук»
142. ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	- Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук»
143. ИПМаш РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской Академии наук

- | | |
|--------------------|---|
| 144. ИПМех РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук |
| 145. ИПНГ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук |
| 146. ИППИ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук |
| 147. ИППИМ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем проектирования в микроэлектронике Российской академии наук |
| 148. ИППЭС КНЦ РАН | - Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» |
| 149. ИПР РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем рынка Российской академии наук |
| 150. ИПРЭ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем региональной экономики Российской академии наук |
| 151. ИПРЭК СО РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук |
| 152. ИПСМ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук |
| 153. ИПТМ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук |
| 154. ИПТС | - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт природно-технических систем» |
| 155. ИПУ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук |
| 156. ИПФ РАН | - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» |
| 157. ИПХФ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химической физики Российской академии наук |

- | | |
|--|---|
| 158. ИПЭЭ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук |
| 159. ИРИ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт российской истории Российской академии наук |
| 160. ИРЛИ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт русской литературы (Пушкинский Дом) Российской академии наук |
| 161. ИРЯ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт русского языка им. В.В. Виноградова Российской академии наук |
| 162. ИСАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук |
| 163. ИСВЧПЭ РАН | Федеральное государственное автономное научное учреждение Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники имени В.Г. Мокерова Российской академии наук |
| 164. ИСИ СО РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук |
| 165. ИСК РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Соединенных Штатов Америки и Канады Российской академии наук |
| 166. ИСл РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт славяноведения Российской академии наук |
| 167. ИСМАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук |
| 168. ИСП РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук |
| 169. ИСПИ ФНИСЦ
РАН | - Институт социально-политических исследований (обособленное подразделение) Федерального научно-исследовательского социологического центра Российской академии наук |
| 170. ИСПМ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук» |
| 171. ИСЭ и ЭПС ФИЦ
Коми НЦ УрО
РАН | - Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» |

172. ИСЭИ ДФИЦ РАН - Институт Социально-экономических исследований обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки дагестанского федерального исследовательского центра российской академии наук
173. ИСЭИ УФИЦ РАН - Институт социально-экономических исследований – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
174. ИСЭМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук
175. ИТЭБ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук
176. ИФ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии имени И.П. Павлова Российской академии наук
177. ИФА РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук
178. ИФВД РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина Российской академии наук
179. ИФЗ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук
180. ИФиП УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии и права Уральского отделения Российской академии наук
181. ИФЛ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт филологии Сибирского отделения Российской академии наук
182. ИФМ РАН - Институт физики микроструктур РАН – филиал Федерального государственного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»
183. ИФМ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук
184. ИФП СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук

185. ИФПБ РАН - Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук – Обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»
186. ИФПР СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии и права Сибирского отделения Российской академии наук
187. ИФТ РАН, ИФТ ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН - Институт фотонных технологий Федерального научно-исследовательского центра «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук
188. ИФТТ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твёрдого тела Российской академии наук
189. ИФХЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук
190. ИХ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук
191. ИХБФМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения Российской академии наук
192. ИХС РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук
193. ИХТТМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твёрдого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук
194. ИЦиГ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»
195. ИЭ КарНЦ РАН - Институт экономики – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Карельский научный центр Российской академии наук
196. ИЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Российской академии наук
197. ИЭ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук

198. ИЭА РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Дружбы народов Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук
199. ИЭИ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономических исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук
200. ИЭГТ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова Российской академии наук
201. ИЭМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экспериментальной минералогии имени академика Д.С. Коржинского Российской академии наук
202. ИЭОПП СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук
203. ИЭП КНЦ РАН - Обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина.
204. ИЭФ УРО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук
205. ИЭФБ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук
206. ИЭЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики и электроэнергетики Российской Академии наук
207. ИЯз РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт языкознания Российской академии наук
208. ИЯИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук
209. ИЯЛИ ДНЦ РАН, ИЯЛИ ДФИЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт языка, литературы и искусства им. Г. Цадасы Дагестанского научного центра Российской академии наук
210. ИЯФ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук

- | | | |
|---|---|--|
| 211. КФТИ им Е.К.Завойского ФИЦ Казанский научный центр РАН | - | Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» |
| 212. ЛИН СО РАН
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки | - | Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук |
| 213. ЛРЦ | - | Федеральное государственное автономное учреждение Лечебно-реабилитационный центр Минздрава России |
| 214. МГИ, МГИ РАН | - | Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН» |
| 215. МГНЦ | - | Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Медико-генетический научный центр имени академика Н.П. Бочкова» |
| 216. МГТУ им. Н.Э. Баумана | - | Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» |
| 217. МГУ (МГУ имени М.В. Ломоносова) | - | Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» |
| 218. ММБИ РАН | - | Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Мурманский морской биологический институт Российской академии наук |
| 219. МТЦ СО РАН | - | Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук |
| 220. МФТИ | - | Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» |
| 221. НИВС им. И.И. Мечникова | - | Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова |
| 222. НИИ КПССЗ | - | Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» |

223. НИИ медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова. - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова»
224. НИИ фармакологии - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт фармакологии имени В.В. Закусова»
225. НИИНА - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков имени Г.Ф. Гаузе»
226. НИИОПП - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»
227. НИИР им. В.А. Насоновой - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой»
228. НИИФКИ - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт фундаментальной и клинической иммунологии»
229. НИИХП - Федеральное государственное автономное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»
230. НИИЭОАПК ЦЧР – филиал ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева» - Научно-исследовательский институт экономики и организационно-промышленного комплекса Центрально-черноземного района – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева»
231. НИУ ВШЭ - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
232. НИЦ «Курчатовский институт» - Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
233. НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ - Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова НИЦ «Курчатовский институт», Москва)
234. НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
235. НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

236. НИЦЭМ им. Н.Ф.Гамалеи - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почётного академика Н.Ф. Гамалеи» Министерства здравоохранения Российской Федерации
237. НИЯУ МИФИ - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
238. НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина» Министерства здравоохранения Российской Федерации
239. НМИЦ радиологии - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России.
240. НТЦ микроэлектроники РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-технологический центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур Российской академии наук
241. НЦ ПЗСРЧ - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»
242. НЦВО РАН - Научный центр волоконной оптики им. Е.М. Дианова РАН – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М.Прохорова Российской академии наук»
243. НЦЗ им. П.П. Лукьяненко - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»
244. НЦН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр неврологии»
245. ОИЯИ - Объединённый институт ядерных исследований
246. ПАБСИ КНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра Российской академии наук
247. ПИБР ДФИЦ РАН - Прикаспийский институт биологических ресурсов – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского Федерального исследовательского центра Российской академии наук
248. ПИН РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка Российской академии наук

249. ПНИИЭО - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса»
250. ПОМИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук
251. РГГУ - ФГБОУ ВО «Российский государственный гуманитарный университет»
252. РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
253. РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»
254. РФЯЦ – ВНИИЭФ - Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
255. САО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук
256. СВКНИИ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук
257. Северо-Кавказский ФНАЦ - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр
258. СибИМЭ - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»
259. СКБ САМИ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Специальное конструкторское бюро морских исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук
260. СКФУ - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»
261. СНИЦ РАН - Учреждение Российской академии наук Сочинский научно-исследовательский центр РАН

262. СПИИРАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук
263. СФНЦА РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
264. СФУ	- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»
265. ТИГ ДВО РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук
266. ТОИ ДВО РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук
267. Томский НИМЦ	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»
268. УГНТУ	- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
269. Университет ИТМО	- Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
270. УФИХ РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Уфимский Институт химии Российской академии наук
271. ФГАНУ	- Федеральное государственное автономное научное учреждение
272. ФГАОУ ВО	- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
273. ФГБНУ	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
274. ФГБОУ ВО	- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
275. ФГБУ	- Федеральное государственное бюджетное учреждение
276. ФГБУН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
277. ФГУП	- Федеральное государственное унитарное предприятие

- | | |
|---|---|
| 278. ФИАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук |
| 279. ФИЦ Биотехнологии РАН | - Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» |
| 280. ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста | Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» |
| 281. ФИЦ ЕГС РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук» |
| 282. ФИЦ ИУ РАН | - Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» |
| 283. ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха | Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха |
| 284. ФИЦ питания и биотехнологии | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» |
| 285. ФИЦ «Немчиновка» | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» |
| 286. ФИЦ ХФ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук |
| 287. ФИЦ ФТМ | - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» |
| 288. ФИЦВиМ | Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии» |
| 289. ФНАЦ ВИМ | - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» |
| 290. ФНИСЦ РАН | - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской академии наук |
| 291. ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН» | - Федеральное государственное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук» |

292. ФНКЦ РР	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитации»
293. ФНЦ агроэкологии РАН	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»
294. ФНЦ ВНИИ сои	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»
295. ФНЦ ВНИИМК	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»
296. ФНЦ ВНИИЭСХ	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий - Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства»
297. ФНЦ им. И.В. Мичурина	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина»
298. ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
299. ФРАНЦ	- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный ростовский аграрный научный центр»
300. ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН	- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук
301. ФТИАН им. К.А. Валиева РАН	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технологический институт имени К.А. Валиева Российской академии наук
302. ЦНИИ КМ «Прометей»	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
303. ЦНИИТ	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»
304. ЦНИИЭ, ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора	- Федеральное бюджетное учреждение науки «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

305. ЦТП ФХФ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии Российской академии наук
306. ЦЭМИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный экономико-математический институт Российской академии наук
307. ЦЭПЛИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ,
ПОЛУЧЕННЫЕ В 2019–2020 ГОДАХ
В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫХ
АКАДЕМИЙ НАУК НА 2013–2020 ГОДЫ,
ГОТОВЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОМУ
ПРИМЕНЕНИЮ

Формат 70х90 1/16
Гарнитура Times
Усл.-п. л. 25,01. Уч.-изд. л. 18,6
Тираж 150 экз.

Издатель – Российская академия наук

Верстка и печать – УНИД РАН
Отпечатано в экспериментальной цифровой типографии РАН

Распространяется бесплатно