

# Наиболее перспективные к внедрению разработки

медицина	Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины	<b>62</b>
	Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН	<b>65</b>
	Научный медицинский исследовательский центр им. акад. Е.Н. Мешалкина	<b>68</b>
биология + агро	Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН	<b>70</b>
	Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики СО РАН»	<b>72</b>
химия	Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН	<b>81</b>
	Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН»	<b>83</b>
физика	Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН	<b>86</b>
	Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН	<b>87</b>
	Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН	<b>89</b>
	Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН	<b>91</b>
	Институт лазерной физики СО РАН	<b>97</b>
	Институт автоматки и электрометрии СО РАН	<b>103</b>
ИТ	Федеральный исследовательский центр «Институт вычислительных технологий»	<b>108</b>
	Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН	<b>112</b>



## Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины



### НИИ молекулярной биологии и биофизики

#### Конструирование и формирование новых нейронных сетей в процессе создания навыка управления альфа-ритмом (совместно с НИИ «Международный томографический центр» СО РАН)

Впервые в нейробиологической проблематике на примере когнитивного биоуправления альфа-ритмом ЭЭГ – физиологического маркера латентного состояния подготовки к «пику формы», получен основной прогностический императив – количественная динамика функциональной коннективности в

нейросетях, созданных средствами фМРТ.

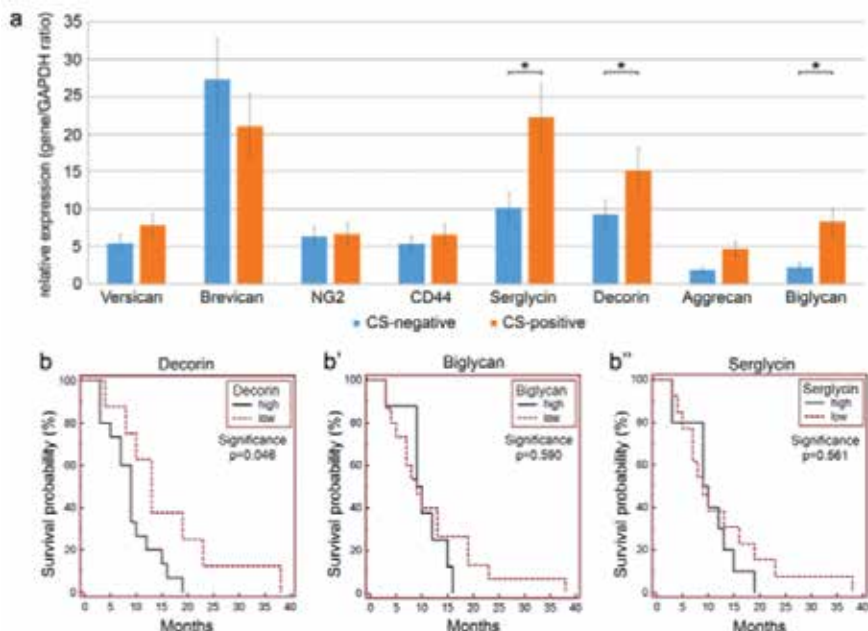
Применение: Обучение владением альфа-ритмом – это подготовка к достижению «пика формы» и основа немедикаментозного лечения депрессий и аддикций – заболеваний из категории «сетевых» болезней.

Эффективность синтезирован перенос BOLD-зависимой ЭЭГ на серийный электроэнцефалограф «Спектр-5» фирмы «Нейрософт» (Иваново), что в будущем качественно изменит структуру и смысл реабилитационного процесса и прогностический эффект применительно к острым нарушениям мозгового кровообращения.

## Декорин — новый прогностический биомаркер прогноза развития глиобластомы

Выявлен новый внеклеточный биомаркер для определения прогноза развития глиобластомы – одной из самых 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, неблагоприятным прогнозом и свидетельствует о необходимости более активной адъювантной химиотерапии и тщательном мониторинге 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 ее продолжительность.



a - экспрессия различных протеогликанов (ОТ-ПЦР анализ) в опухоли пациентов с глиобластомой выживаемостью больше и меньше, чем 12 месяцев. b - выживаемость пациентов с глиобластомой в зависимости от уровня экспрессии декорина (b'), бигликана (b'') и серглицина (b''') (Каплан-Мейер анализ).

## НИИ экспериментальной и клинической медицины

### Новый противотуберкулезный препарат декстразид ЛФ

В 2019 году завершены доклинические исследования безопасности и лечебной эффективности нового противотуберкулезного препарата Декстразида ЛФ, который представляет собой липосомальную форму конъюгата гидразида изоникотиновой кислоты с окисленным декстраном (рисунок) и предназначен для внутривенного и ингаляционного введения. За счет матрицы окисленного декстрана новый препарат обладает рядом доказанных и весьма ценных для фтизиатрии фармакологических эффектов (иммуностимулирующий, гепатопротекторный, противовоспалительный, интерферон-индуцирующий, антифибротический), направленных на лечения туберкулеза, его осложнений и сочетанных форм туберкулеза с ВИЧ-инфекцией и вирусными гепатитами.

Подготовлен проект протокола клинических испытаний Декстразида ЛФ (I и II фазы) и комплект производственно-технологической документации, позволяющий организовать его производство на отечественных фармацевтических предприятиях.

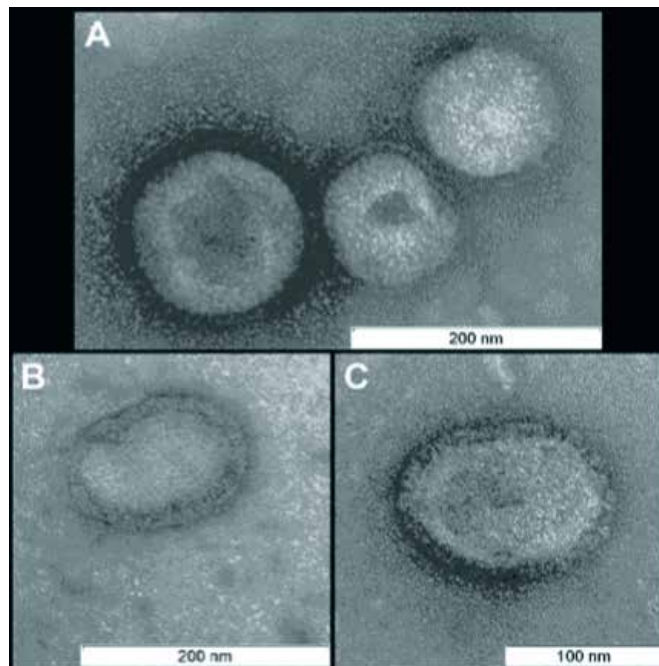
Доклинические исследования выполнены в рамках Федеральной целевой программы: «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», Государственный контракт от «02» июня 2017 г. № 14.N08.11.0156.

Все технологические решения защищены патентами: EA 011717, EA 011718, RU 2372914, RU 2430730, RU 2437664, RU 2438676, RU 2644255, RU 2646451.

## Коллекция актуальных штаммов вируса гриппа

В рамках программы ежегодного мониторинга патогенов в естественных резервуарах создана Коллекция из 30 штаммов вируса гриппа типа А. Паспортизованные штаммы приняты в Государственную коллекцию возбудителей вирусных инфекций и риккетсиозов ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора на патентное депонирование.

Штаммы коллекции могут быть использованы в медицине, ветеринарии и микробиологии для диагностики вируса гриппа методами РТГА и ПЦР, исследования эффективности вакцин и противовирусных препаратов *in vitro* и *in vivo*. Возможно внедрение в практическую работу по оценке иммуногенных и профилактических свойств вакцин против гриппа; в качестве референс-штаммов при проведении диагностических работ методом ПЦР; для оценки эффективности лечебных и профилактических препаратов против гриппа в ходе разработки средств и методов лечения и профилактики гриппа, разработки средств и методов индикации вируса гриппа



Вирионы высокопатогенного вируса гриппа H5N8 из Коллекции штаммов. Морфология типична для вируса гриппа - сферическая оболочка (диаметр 100–130 nm). Ширина сетки, Bar: 200 nm (A, B) и 100 nm (C).

## НИИ биохимии ФИЦ ФТМ

### Получение широко используемых в медицинской практике цитокинов человека, продуцируемых рекомбинантными штаммами дрожжей *Pichia pastoris*

Разработаны способы получения рекомбинантных цитокинов (интерферон  $\alpha 2b$ , гранулоцитарный и гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующие факторы), предназначенных для создания на их основе препаратов для иммунотерапии широкого круга заболеваний.

Применение:

- интерферон  $\alpha 2b$ , оказывающий антимикробное, противовирусное, иммуномодулирующее, противоопухолевое и радиопротективное действие, применяется при лечении гепатитов В и С, некоторых видов рака: меланомы, саркомы Капоши, хронической миелоидной лимфомы, ангиобластомы;
- гранулоцитарный колониестимулирующий фактор, используется для профилактики и лечения фебрильной нейтропении на фоне химио- и радиотерапии; для восстановления миелоидного кроветворения после трансплантации костного мозга.

- гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор (ГМ-КСФ), также применяется для лечения нейтропении; в иммунотерапии злокачественных новообразований; при терапии травм позвоночника, осложненных повреждением спинного мозга.

### Способ оценки антимикобактериального действия противотуберкулезных препаратов с использованием биологического материала пациентов, больных туберкулезом легких

Способ повышает эффективности оценки, сокращает длительность его осуществления и обеспечивает персонализированный подход к терапии больных туберкулезом.

Применение: Способ может быть использован во фтизиатрии при персонализированном подборе противотуберкулезного препарата для больных туберкулезом, прошедших операционное лечение легких.

Совместно с ФГБУ «НМИЦ ФПИ» Минздрава России, г. Москва



## Институт химической биологии и фундаментальной медицины



### Новые противоопухолевые препараты – ингибиторы систем репарации ДНК

Лаборатория биоорганической химии ферментов ИХБФМ СО РАН (рук. – академик РАН О.И. Лаврик) совместно с лабораторией физиологически активных веществ НИОХ СО РАН (рук. – член-корр. РАН Н.Ф. Салахутдинов) и группой к.б.н. Поповой Н.А. из лаборатории регуляции экспрессии генов ИЦиГ СО РАН открыла соединение, которое в сочетании с противораковыми химиопрепаратами повышает чувствительность опухолей к терапии, снижает скорость роста опухоли и число метастазов.

ДНК живых организмов постоянно подвергается повреждающим воздействиям как внешних, так и внутренних агентов. Эволюция создала системы репарации ДНК – эффективный механизм восстановления поврежденной ДНК, который в нормальных условиях способен устранить любые дефекты в структуре ДНК. Но есть ситуации, когда поврежденную ДНК восстанавливать не нужно и даже вредно. Например, при лечении рака используются ДНК-повреждающие химиопрепараты или радиотерапия, и система репарации ДНК нивелирует их действие.

В частности, ингибиторы фермента топоизомеразы 1 (Top1) топотекан и иринотекан являются достаточ-

но эффективными противораковыми препаратами и используются для лечения таких тяжелых заболеваний как рак легких и рак прямой кишки. Активность фермента репарации ДНК, тирозил-ДНК-фосфодиэстеразы 1 (Tdp1), противостоит топотекану и иринотекану, устраняя вносимые ими повреждения ДНК, а именно аддукты Top1. Среди синтезированных на основе природных соединений нами обнаружено соединение, ОЛ9-119, которое ингибирует Tdp1 и усиливает противоопухолевый и антиметастатический эффект топотекана. В испытаниях на мышах с карциномой легких Льюис показано уменьшение на 50% первичной опухоли, на 90% – метастазов.

Ожидаемый эффект применения соединения ОЛ9-119 в комбинации с используемыми в клинике химиопрепаратами – повышение чувствительности опухолей к терапии, снижение числа и тяжести побочных эффектов. Изобретение отмечено дипломом Федеральной службы по интеллектуальной собственности в номинации «100 ЛУЧШИХ ИЗОБРЕТЕНИЙ РОССИИ-2017».

Соединение ОЛ9-119 частично прошло доклинические исследования как препарат для лечения рака легкого, показало значительный противоопухолевый и антиметастатический эффект, а также низкую токсичность. Зарегистрированных противоопухолевых

препаратов на основе ингибиторов Tdp1 на сегодняшний день не существует, таким образом, предлагаемый нами препарат является первым в данном классе соединений.

Коллективом ведутся разработки других ингибиторов Tdp1, имеющих противоопухолевый эффект, а также разработки ингибиторов других ферментов репарации ДНК, в том числе ключевого регулятора репарации повреждений ДНК, поли(АДФ-рибозо)полимеразы 1. Четыре ингибитора этого фермента уже одобрены для применения в клинической практике как препараты для лечения рака яичников с мутацией гена BRCA, еще несколько проходят клинические испытания в разных фазах.



### Препарат для лечения вирусных заболеваний человека

В лаборатории органического синтеза ИХБФМ СО РАН разработан противовирусный препарат для лечения вирусных заболеваний человека широкого спектра действия. Препарат создан на основе искусственных рибонуклеаз (РНКаз), синтетических низкомолекулярных аналогов природных ферментов.

В настоящее время практически все противовирусные препараты имеют в качестве мишени те или иные вирусные белки. С одной стороны, такие препараты являются высокоспецифичными и, соответственно, малотоксичными. С другой стороны, высокая вариабельность вирусных белков приводит к быстрой выработке резистентности со стороны вирусов к таким препаратам. В то же время РНК является более перспективной мишенью, поскольку расщепление под действием РНКаз происходит по определенным последовательностям, которые всегда присутствуют в структуре РНК. В настоящее время сложно представить механизм выработки резистентности к такого типа воздействию.

Природные ферменты обладают рядом недостатков, сдерживающих разработку противовирусных препаратов на их основе. Будучи белковыми молекулами, они способны вызывать иммунный ответ организма, пероральный прием препаратов на их основе невозможен. Большой размер молекул затрудняет их проникновение через вирусную оболочку. Кроме того, есть ограничения на условия и продолжительность их хранения. Искусственные рибонуклеазы обладают теми же функциями, что и природные, но, будучи низкомолекулярными соединениями, лишены вышеперечисленных недостатков.

В рамках ФЦП "Развитие фармацевтической и медицинской промышленности до 2020 года и дальнейшую перспективу" в ИХБФМ СО РАН были проведены работы по поиску противовирусных препаратов широкого спектра действия, которые направлены на лечение вирусных заболеваний, осложненных бактериальными инфекциями. Институтом получен ряд патентов, обеспечивающих приоритет в создании противовирусных и антибактериальных препаратов на основе искусственных рибонуклеаз.

На базе одного из полученных соединений индустриальным партнером ИХБФМ СО РАН после серии испытаний был создан первый и пока единственный противовирусный ветеринарный препарат «Тривирон» на основе искусственных рибонуклеаз, активный в отношении РНК-содержащих вирусов. Он широко применяется в ветеринарной практике на территории России и Белоруссии для лечения сельскохозяйственных и домашних животных.

Для наиболее перспективного соединения, показавшего высокую активность в отношении различных вирусов, был осуществлен полный цикл доклинических испытаний. Документы для проведения первой фазы клинических испытаний препарата для лечения гриппа, осложненного бактериальными инфекциями, подготовлены. ИХБФМ СО РАН находится в поисках партнера для финансирования дальнейших испытаний.

## Противоопухолевый препарат на основе рекомбинантного штамма VV-GMCSF-Lact вируса осповакцины

Лаборатория биотехнологии ИХБФМ СО РАН совместно с коллегами из ГНЦ ВБ «Вектор» разработала противоопухолевое лекарственное средство на базе рекомбинантного штамма VV-GMCSF-Lact вируса осповакцины. VV-GMCSF-Lact, сконструированный на основе штамма Л-ИВП вируса осповакцины, обладает онколитической активностью и продуцирует гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор человека и онкотоксический белок лактаптин. Прямых аналогов VV-GMCSF-Lact нет ни в России, ни за рубежом.

VV-GMCSF-Lact является самореплицирующимся лекарственным препаратом, циркулирующим в организме и размножающимся только в опухолевых клетках. VV-GMCSF-Lact обладает высокой цитотоксической активностью в отношении опухолевых клеток человека различного гистогенеза: рак молочной железы, рак шейки матки, рак легкого, глиомы. Высока его противоопухолевая эффективность в отношении опухолей животных и человека в моделях алло- и ксенотрансплантатов, включая развившиеся и лекарственно-устойчивые опухоли.

В настоящее время завершены доклинические испытания препарата. Полученные результаты подтверждают безопасность и противоопухолевую эффективность VV-GMCSF-Lact в отношении солидных опухолей человека. Препарат может использоваться как в режиме монотерапии, так и комбинации с любыми другими методами лечения.

Проект «Противоопухолевый препарат - рекомбинантный штамм вируса осповакцины VV-GMCSF-Lact» под руководством заведующего лабораторией биотехнологии ИХБФМ СО РАН Владимира Рихтера является победителем таких престижных конкурсов инновационных разработок как Patents Power и «Стартап-ралли». В 2019 г. проект «Разработка нового противоопухолевого препарата VV-GMCSF-Lact, онколитического вируса» выиграл конкурс компании Bayer и получил статус резидента КоЛаборатора®, инновационного научно-исследовательского акселератора компании.



## Новый перспективный класс аналогов нуклеиновых кислот – фосфорилгуанидиновые олигонуклеотиды

В ИХБФМ СО РАН впервые синтезированы фосфорилгуанидиновые производные олигонуклеотидов (ФГО) - новый перспективный класс аналогов нуклеиновых кислот, который не был описан ранее. Это исследование является прямым продолжением работ новосибирских ученых Н. И. Гриневой и Д. Г. Кнорре, которые в 1967 г. выдвинули революционную концепцию терапевтических препаратов на основе олигонуклеотидов.

В отличие от обычных олигонуклеотидов фосфорилгуанидиновые производные могут беспрепятственно проникать сквозь липидные мембраны живых клеток, устойчивы к разрушающему действию ферментов-нуклеаз и имеют способность образовывать прочные комплексы в виде двойной спирали с

клеточными ДНК и РНК. Установлено, что ФГО достаточно хорошо растворяются в воде.

Благодаря своим уникальным свойствам фосфорилгуанидиновые олигонуклеотиды являются перспективной платформой для создания средств медицинской диагностики и лекарственных препаратов нового поколения. Их создание открывает новые возможности для разработки ген-направленных терапевтических препаратов для воздействия на опухолевые и бактериальные клетки. Такие олигонуклеотиды позволяют повысить эффективность наиболее важных средств диагностики, основанных на полимеразной цепной реакции (ПЦР) и биочиповых технологиях.

С целью коммерциализации препаратов на основе фосфорилгуанидиновых олигонуклеотидов создана инновационная компания, которая является резидентом технопарков Сколково и Новосибирского Академгородка.



## Научный медицинский исследовательский центр им. акад. Е.Н. Мешалкина



### Ксеновенозный протез легочной артерии с повышенной устойчивостью к кальцификации

Разработанный конduit для протезирования легочной артерии представляет собой очищенную яремную вену быка, обработанную эпоксидным соединением с дополнительной антикальциевой защитой за счет бисфосфоновых кислот. Используемый материал имеет ряд преимуществ, таких как «естественный» трехстворчатый клапан, отсутствие швов в структуре протеза, широкая размерная линейка, запас стенки протеза, позволяющий моделировать его под анатомические особенности конкретного пациента, и т.д. Предложенная новая методика обработки биоматериала снижает накопление кальция в структурах протеза более чем в 4 раза. Доклинические исследования на крупных лабораторных животных (мини-пиги) продемонстрировали хорошие гемодинамические характеристики протеза.



Внешний вид ксеновенозного протеза легочной артерии.



Клапан протеза в закрытом состоянии

## Устройство механической поддержки кровообращения на базе насоса дискового типа с применением магнитно-гидродинамического подвеса

На основании проведенного математического анализа гидродинамики потока была создана экспериментальная модель устройства. Проведённые стендовые испытания расходно-напорных характеристик показали достижимость расчетных параметров производительности (4–6 л/мин) и напора (80–120 мм. рт. ст.) при минимальных (2500–3000 оборотов в минуту), что является лучшим результатом среди центробежных насосов. Минимальные обороты вращения ротора и особенность механизма действия дискового насоса позволяют избежать значимого повреждения форменных элементов крови.

Впервые, с целью повышения биосовместимости внутренней поверхности насоса, было использовано нанесение кремний-углеродной ( $\alpha$ -C:H:SiO<sub>x</sub>) плёнки, полученной методом плазмохимического осаждения с использованием импульсного биполярного смещения. Применение данного покрытия доказало свою эффективность, позволив снизить уровень гемолиза и уменьшить риск тромбообразования. Проведенные острые и хронические эксперименты на лабораторных животных показали принципиальную возможность осуществления механической поддержки кровообращения, а также высокую надежность разработанного устройства. Реализация магнитно-гидродинамического подвеса в сочетании с применением методик повышения биосовместимости внутренней поверхности дискового насоса могут позволить применять более щадящую схему антикоагулянтной терапии у пациентов и тем самым, снизить риск развития осложнений.

## Разработка биологического протеза для миниинвазивной транскатетерной имплантации митрального клапана

В текущем году были разработаны 2 модели транскатетерного митрального биопротеза: Солертис-3 и Солертис-4 (Рис. 1). Цикл конструкторских работ по каждому из этих клапанов включал на первом этапе разработку чертежей для лазерной резки каркаса из трубчатой заготовки и компьютерную 3D-модель каркаса. Разработанные конструкции были верифицированы *in silico* методом виртуальной имплантации в разработанную ранее компьютерную модель левых отделов сердца, спроектированную по усредненным данным больных с митральной недостаточностью (Рис. 2). Обе модели продемонстрировали адекватность размеров и формы по отношению к интракардиальным структурам, а также минимальный обструктивный эффект в выводном отделе левого желудочка.

По разработанной конструкторской документации методом лазерной резки, термоформования и полировки были изготовлены каркасы Солертис-3 (34

мм) и Солертис-4 (44 мм). На следующем этапе были разработаны лекала для раскроя створчатого аппарата биопротезов.

При изготовлении опытных образцов биопротезов створчатый аппарат и облицовку манжеты, раскроенные из эпокси-консервированного свиного перикарда, монтировали на каркасах вручную, с использованием хирургической техники, инструментов и шовного материала (Рис. 3).

Опытные образцы биопротезов Солертис-3 (34 мм) и Солертис-4 (44 мм) тестировали в стенде пульсирующего потока жидкости (ООО «Мединтел», Россия) в 4 режимах, рекомендованных ГОСТ 31618.1-2012 (Рис. 4). Обе модели продемонстрировали синхронную работу створок в цикле «открытие-закрытие», низкие транспротезные градиенты (3–3,5 мм рт.ст.) и минимальные объемы обратных утечек (до 1,5 мл) при больших площадях открытия – 4,5–5 см<sup>2</sup> (Рис. 5). Все это свидетельствует о правильной конструкции лекал створчатого аппарата и адекватном моделировании биоматериала на каркасах.

Заключительным этапом работ стала верификация разработанных моделей биопротезов на кастомизированных силиконовых фантомах сердец реальных пациентов с функциональной недостаточностью митрального клапана (Рис. 6). Было установлено, что скорость раскрытия клапана достаточна для того, чтобы обеспечить правильную фиксацию желудочковых элементов для предотвращения дислокации в левое предсердие. После закрепления биопротеза в сердце имитировали прямой массаж, эндоскопически оценивая открытие и замыкание створок клапана (Рис. 7). Результаты не отличались от полученных в стендовых испытаниях: створки клапана открываются легко и синхронно, обеспечивают большую площадь проходного отверстия. При закрытии смыкаются плотно, препятствуя появлению регургитации. Парепротезной регургитации не было выявлено.

Заключение: полученные при выполнении работ результаты свидетельствуют об адекватности разработанных моделей, что позволяет перейти к доклиническим испытаниям на модели ортотопической имплантации крупным животным.



## Сибирский федеральный научный центр агротехнологий РАН



### Комплекс средств оценки состояния моторных, трансмиссионных масел и моторного топлива

Авторы: член-корреспондент РАН, д.т.н. Иванов Н.М., д.т.н. Немцев А.Е., Вахрушев В.В.

Комплекс предназначен для определения динамической вязкости моторных, трансмиссионных масел, моторного, печного топлива, битумов, включая определение класса промышленной чистоты, а также отделения, идентификации продуктов изнашивания и механических примесей в работающих моторных маслах, гидравлических жидкостях и топливах с целью предотвращения аварийных отказов агрегатов машин.

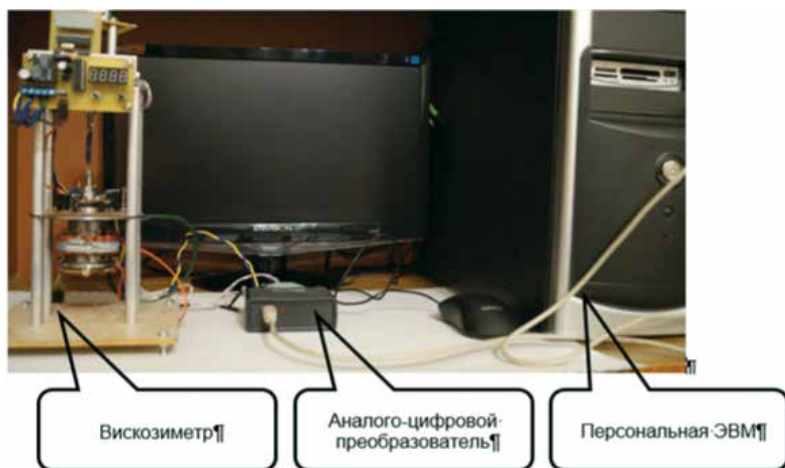
Комплекс состоит из ротационного вискозиметра, центробежного феррографа, аналого-цифрового преобразователя, персонального компьютера и специального программного обеспечения.

Ротационный вискозиметр позволяет определять

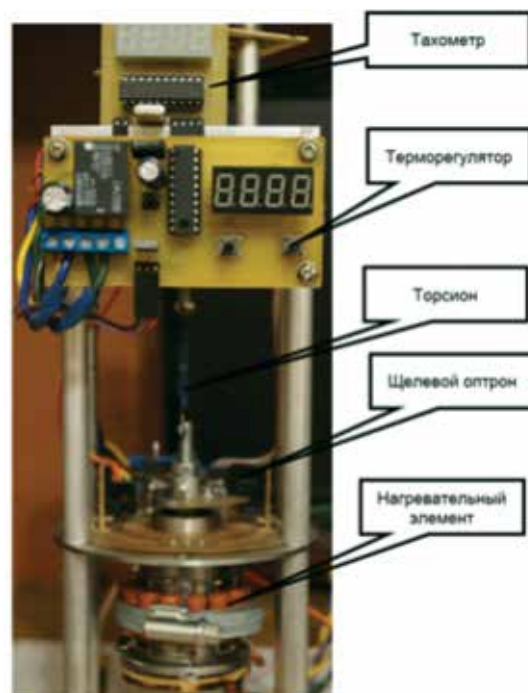
динамическую вязкость ньютоновских и неньютоновских жидкостей до 200. Состоит из коаксиальных измерительных цилиндров, приводимых в движение электродвигателем постоянного тока, при этом частота вращения измерительного цилиндра составляет до 12 000 об/мин, терморегулятора, щелевого оптрона и торсионного вала. Контроль и регулировка температуры рабочей жидкости осуществляется цифровым терморегулятором в интервале от +25 до +200 с точностью до 0,01 °С.

Центробежный феррограф включает ротор с улавливателем магнитных и немагнитных частиц износа и механических примесей, устройства: регулировки частоты вращения ротора феррографа (до 2000 об/мин), поддержания температурного режима рабочей жидкости от +25 до +200 с точностью до 0,01 °С. Время феррографирования одной пробы рабочей жидкости, объемом до 1 л, составляет около 15 мин.

Комплекс может использоваться в лабораторных и полевых условиях.



Общий вид ротационного вискозиметра



### Тест-система для выявления вируса герпеса 4-го типа методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени

Авторы: Нефедченко А.В., Глотова Т.И., Глов А.Г., Котенева С.В.

Тест-система предназначена для выявления генома вируса герпеса 4-го типа крупного рогатого скота (bovine herpes virus 4, BHV4) в биологическом материале от животных, внутренних органах, абортированных плодах, сперме, в режиме реального времени.

Тест-система представляет собой набор реактивов для полного цикла исследований и включает несколько комплектов: комплект реактивов для выделения ДНК, постановки полимеразной цепной реакции, комплект контрольных образцов. Особенностью тест-системы является регистрация результатов диагностики во флуоресцентном формате и возможность проводить исследования в режиме реального времени, что ускоряет диагностику и повышает эффективность исследований. Применение данной тест-системы позволяет сократить время на постановку диагностики с 3-х недель, до 2-х часов и снизить стоимость исследования почти в 6,5 раз в сравнении с выделением вирус в культуре клеток. В РФ данная тест-система не имеет аналогов.

Тест-система предназначена для использования в ветеринарных диагностических лабораториях, имеющих необходимое оборудование. Программа

амплификации апробирована для всех наиболее распространенных амплификаторов с флуоресцентной детекцией – Dtlite (ДНК-Технологии, Россия), CFX96 Touch (Bio-Rad, США), LightCycler 96 (Roche, Германия).

Характеристики

- Предназначена для исследований проб внутренних органах, абортированных плодов, спермы от больных животных
- Для специализированных ветеринарных диагностических лабораторий
- Тест-система имеет флуоресцентный формат регистрации результатов и предназначена для проведения реакции в режиме реального времени
- Подходит для всех типов амплификаторов с детекцией в режиме реального времени

Особенности:

- Набор для полного цикла исследований
- Чувствительность реакции составляет 102 ТЦД50/мл.
- Отсутствие перекрестных реакций с близкородственными вирусами рода Pestivirus
- Количество исследований – 50
- Время исследования 1 пробы – около 2 часов.

Стоимость исследования 1 пробы около 650 рублей.

Получен патент РФ№ 2700750 от 19.09.2019 «Набор олигонуклеотидных праймеров и зонда для выявления герпеса крупного рогатого скота 4-го типа (BHV – 4) в пробах биоматериала



## Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики СО РАН»



ИЦиГ СО РАН принимает активное участие в решении приоритетных задач развития российского научно-технического сектора в области фундаментальной биологии, растениеводства, клинической и фундаментальной медицины. Стратегической целью организации являются комплексные исследования в области генетики и селекции растений, генетики и селекции животных, генетики человека, фундаментальной медицины и биотехнологии с применением методов молекулярной генетики, клеточной биологии и вычислительной биологии от генерации академических знаний до решения приоритетных задач российской сельскохозяйственной, биотехнологической, биомедицинской и фармацевтической промышленности.

Институт входит в число признанных лидеров российской биологии, относится к институтам первой категории, работы исследователей института активно печатаются в отечественных и зарубежных научных журналах, в 2019 году база данных Web of Science Core Collection пополнилась около 500 научными публикациями. К признанным областям компетенции ИЦиГ СО РАН относятся линии лабораторных животных – генетические модели заболеваний человека, получение и анализ пациент-специфических стволовых клеток для персонализированной и регенеративной медицины, биоинформатика и анализ больших биологических данных, маркер-ориентированная и геномная селекция, поиск новых микроорганизмов и разработка штаммов для биотехнологических производств, современные методы клеточной биологии и геномной инженерии.

Организация является лидером в Российской Федерации в области классической селекции растений: создано более 140 сортов зерновых сельскохозяй-

ственных культур, включенных в Госреестр селекционных достижений. Сорты сельскохозяйственных культур селекции ИЦиГ СО РАН возделываются в 24 субъектах Уральского, Сибирского и Дальневосточного федерального округов. 7 сортов зерновых культур входят в список сортов-лидеров по количеству высеваемых семян в РФ. В инфраструктуру ИЦиГ СО РАН входят экспериментальные поля для селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений площадью более 30 тысяч гектаров, располагающиеся в пяти муниципальных образованиях Новосибирской области.

В медицинских филиалах ИЦиГ СО РАН разрабатываются и внедряются новые методы диагностики и лечения социально-значимых и орфанных заболеваний, подходы к профилактике терапевтических заболеваний с учетом региональных и социально-демографических особенностей Сибири. Ведутся поисковые научные исследования, ориентированные на высокотехнологичную медицинскую помощь. В состав инфраструктуры ИЦиГ СО РАН входят 2 медицинские клиники. В клинике НИИТПМ - филиал ИЦиГ СО РАН ежегодно получают стационарное лечение более 1000 пациентов. Количество врачебных посещений в научно-консультативных отделениях клиники составляет более 20 000 ежегодно. Разработано более 100 технологий по диагностике и лечению наиболее значимых заболеваний внутренних органов, которые внедрены и переданы для внедрения в лечебно-профилактические учреждения г. Новосибирска. В клинике НИИКЭЛ - филиал ИЦиГ СО РАН в 2019 году пролечено 3900 человек в стационаре, 8242 человека проконсультированы амбулаторно, оказано 5340 услуг по диагностическим обследованиям.

## Новые технологии в растениеводстве

Одно из важнейших направлений работы ИЦиГ СО РАН – выполнение проектов полного цикла в области генетики и селекции растений. Получены значимые результаты в области исследования генетического разнообразия сельскохозяйственных растений, изучения функций генов, выделены новые ценные варианты генов, определяющих морфологические и хозяйственно ценные признаки, устойчивость к биотическим стрессам, а также генов биосинтеза органических соединений; разработаны и внедрены технологии маркер-ориентированной селекции; активно ведутся работы по использованию технологий геномного редактирования для решения ряда фундаментальных и прикладных задач культивирования зерновых и овощных культур. Выполнена серия работ по секвенированию генов и отдельных хромосом пшеницы, в составе международного консорциума построена первая референсная последовательность ДНК генома мягкой пшеницы (Science, 2018).

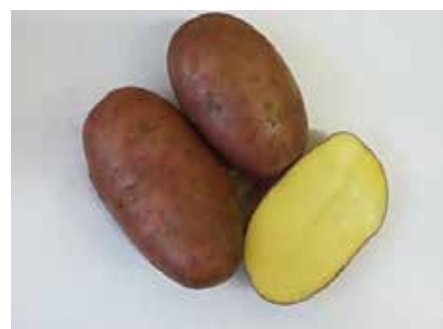
Практическое внедрение разработанных генетических технологий проводится совместно с Сибирским НИИ растениеводства и селекции (СибНИИРС), ставшего в 2015 году филиалом ИЦиГ СО РАН. Первым выдающимся результатом этого сотрудничества явилось создание сорта Новосибирская 67 методом радиационного мутагенеза. Эксперты полагают, что экономический эффект от внедрения этого сорта сопоставим с затратами на строительство первой очереди Академгородка.

СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН является лидером в России по созданию раннеспелых яровых сортов пшеницы с высоким качеством зерна. Современные четыре сорта яровой пшеницы селекции СибНИИРС: Новосибирская 22, Новосибирская 15, Полюшко, Новосибирская 16 – уникальны по сочетанию признаков ранней спелости, продуктивности (более 3,0 т/га), высокого содержания сырой клейковины в зерне на уровне 28–30%. В последние годы при создании раннеспелых пшениц методом «маркерной» селекции используются достижения в области генетических технологий ФИЦ ИЦиГ СО РАН по идентификации генов, обеспечивающих раннее созревание яровой пшеницы (патент №2710729 «Способ отбора растений яровой мягкой пшеницы с укороченным сроком колошения»). С 2018 года районирован по Сибирскому федеральному округу новый сорт пшеницы мягкой яровой Новосибирская 16. Раннеспелый, вегетационный период 67–75 дней. Устойчив к пыльной головне. Максимальная урожайность 5,85 т/га получена в 2019 году в Красноярском крае.

СибНИИРС – филиал ИЦиГ активно ведет селекцию и внедрение в производство новых сортов сельскохозяйственных растений: в Государственный реестр селекционных достижений внесено 152 сорта зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, овощных культур и картофеля. По состоянию на конец 2019 года в Государственном сортоиспытании находятся 11 новых сортов. Получено и поддерживается 94 охранных документа – патенты РФ на селекционные достижения. По данным Россельхозцентра РФ в 2019 г. 7 сортов селекции ИЦиГ СО РАН вошли в рейтинги основных возделываемых сортов – лидеров с/х культур по объемам высева в РФ.

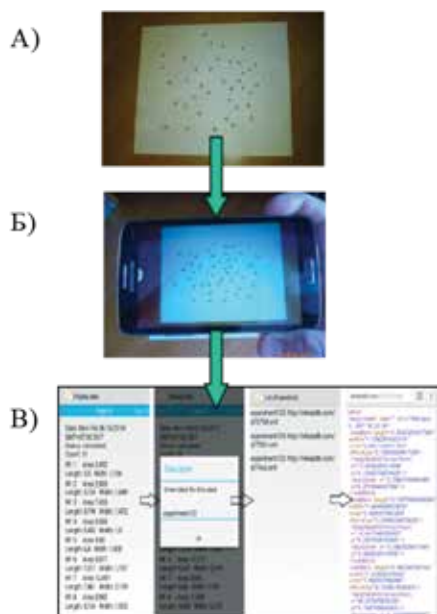


Новый сорт пшеницы мягкой яровой «Новосибирская 16»



Новый сорт картофеля Сокур: высокоурожайный, высокое содержание крахмала, хорошая сохранность клубней при хранении, засухоустойчив, устойчив к основным заболеваниям альтернариозу, раку, золотистой картофельной нематодой. Имеет хорошие вкусовые качества, столового назначения.

### Мобильное приложение SeedCounter для фенотипирования зерен злаков



Порядок работы приложения SeedCounter. Подготовка образца для фотографирования (А), получение изображения с помощью мобильного устройства с установленным приложением (Б), результат обработки изображения (В).

Процесс оценки урожайности злаков в селекционно-генетических экспериментах очень трудозатратен и производится вручную - необходимо оценить большое количество параметров: количество зерен в колосе, их размеры, вес, характеристики цвета и т.п. В ИЦиГ СО РАН разработано приложение для мобильных устройств под управлением системы Android, которое осуществляет автоматизированный подсчет фенотипических параметров зерен пшеницы с помощью мобильных устройств. Данное приложение позволяет определять количество зерен в колосе, длину, ширину и площадь на изображении каждого зерна. Время обработки одного изображения около 10-20 сек. в зависимости от установленного разрешения камеры.

Результаты измерений сохраняются на устройстве и могут быть затем импортированы в формате Excel на персональный компьютер. Существует возможность сохранения данных на Web-сервере приложения и доступа к ним через интернет с любого устройства. В настоящее время осуществлено скачивание более чем 1000 копий приложения, оно применялось для подготовки ряда научных работ, опубликованных в ведущих зарубежных журналах. Приложение может быть использовано в образовательных целях при проведении лабораторных и полевых работ студентов и школьников. Приложение доступно в GooglePlay



Пример работы приложения PhytoMonitor. (А) Меню для ввода информации о наблюдении; (Б) Просмотр списка наблюдений с изображениями. (В) страница с отображением произведенных наблюдений на карте Google

### Компьютерная система для мониторинга заболеваний посевов на основе мобильных устройств

Точный контроль распространения заболеваний растений должен обеспечить минимизацию расходов на проведение защитных мероприятий, уменьшить расход фунгицидов и их влияние на окружающую среду, снизить вредоносность проявления патогенов. Решение этих задач обеспечивается оперативным позиционированием очагов поражения, идентификацией типа патогена, прогнозом развития заражения с учетом локальных погодных условий и требует интенсивного использования новейших цифровых технологий. В ИЦиГ СО РАН разработано мобильное приложение PhytoMonitor для полевого наблюдения за развитием заболеваний и повреждающих факторов в посевах сельскохозяйственных культур. Функции этого приложения заключаются в сборе информации о месте и времени наблюдения за посевами, культуры, заболевании/патогене, степени повреждения растения и поврежденных органах растения. Информация о наблюдениях собирается в базе данных, которая позволит отслеживать распространение заболеваний и степень поражения растений, отображать эти данные на карте. На текущем этапе проекта мы реализовали прототип системы.

## Модельные экспериментальные животные селекции ИЦиГ СО РАН

### Экспериментальная модель хронического социального конфликта

Разработана экспериментальная модель хронического социального конфликта (в оригинале «Модель сенсорного контакта»), которая позволяет формировать контрастные типы поведения у самцов мышей под влиянием повторного позитивного и негативного социального опыта, приобретенного в межсамцовых конфронтациях, побед или поражений. Победитель ежедневно демонстрирует агрессию, а побежденный приобретает повторный опыт социальных поражений и у него формируется подчиненный, подавленный, угнетенный тип поведения (жертва). При длительном воздействии оба эти состояния приводят к развитию патологий поведения. Модель позволяет исследовать лечебные эффекты препаратов при хроническом и остром введении животным с выраженной патологией; протекторные эффекты препаратов при превентивном введении животным на фоне социального стресса; лечебные и протекторные эффекты препаратов на разных стадиях развития болезни в зависимости от ее тяжести; персонифицированные способы лечения при использовании животных разных линий и психоэмоциональных состояний; эффективность лечения; способы купирования рецидивов болезни. Модель широко использовалась и используется в оригинальной версии или в модификации во многих российских и зарубежных лабораториях разных стран. На базе этой модели был разработан метод скрининга психотропных препаратов, который может быть использован для исследования свойств новых препаратов в условиях, приближенных к клиническим с целью вынесения рекомендаций и заключений по их применению. Получен патент (Кудрявцева Н.Н., Августинович Д.Ф., Бондарь Н.П., Тендитник М.В., Коваленко И.Л. «Способ выявления свойств препаратов с предполагаемым психотропным действием». Патент RU2006140591, 06.12.2007 г.).

### Модель преждевременного старения и связанных с ним заболеваний

Линия преждевременно стареющих крыс OXYS – уникальная селекционная модель болезни Альцгеймера, самой распространенной прогрессирующей сенильной деменции, а также возрастной макулярной дегенерации, которая становится основной причиной потери зрения людьми старше 60 лет в развитых странах. Линия создана селекцией и инбридингом крыс Вистар, чувствительных к катарактогенному эффекту галактозы, в настоящее время получено 116-ое поколение животных, у которых помимо катаракты, спонтанно развиваются гипертрофическая кардиомиопатия, саркопения, остеопороз, ретинопатия, аналогичная возрастной макулярной

дегенерации, и нейродегенеративные изменения мозга с характерными для болезни Альцгеймера признаками. Благодаря отсутствию мутаций в генах App, Psen1 и Psen2, специфичных для ранней, семейной формы заболевания, линия крыс OXYS соответствует критериям уникальной модели для наиболее распространенной (>95% случаев) sporadicческой формы болезни Альцгеймера. Последовательность событий у крыс: дисфункция митохондрий, гиперфосфорилирование тау-белка, нарушение длительной посттетанической потенциации, синаптическая недостаточность, деструктивные изменения нейронов, нарушения поведения, снижение когнитивных функций на ранних стадиях и его прогрессия на фоне усиленного накопления амилоида бета и образования амилоидных бляшек в мозге - соответствует современным представлениям о патогенезе этой формы заболевания у людей. Аналогичных моделей, демонстрирующих одновременное развитие признаков болезни Альцгеймера и возрастной макулярной дегенерации, в мире не существует. Модель признана научным сообществом и успешно используется для исследования механизмов развития этих и других ассоциированных со старением заболеваний, для выявления молекулярных терапевтических мишеней и оценки эффективности новых подходов к их профилактике и лечению.

### Модель наследуемой индуцированной стрессом артериальной гипертензии

Линия крыс НИСАГ (Наследуемая индуцированная стрессом артериальная гипертензия) была создана в результате направленной селекции на повышение артериального давления (АД) в условиях мягкого эмоционального стресса. Работа была начата в 1975 г., из аутбредных крыс Wistar селекцией в течение 43 поколений была получена инбредная линия крыс НИСАГ со стресс-зависимой формой артериальной гипертензии. После процедуры редеривации линия крыс НИСАГ получила SPF статус и содержится в SPF-виварии ИЦиГ СО РАН. Линия крыс НИСАГ является моделью, которая позволяет проводить исследования, направленные на выяснение генетико-физиологических механизмов формирования стресс-индуцированного гипертензивного состояния. Крысы линии НИСАГ зарегистрированы в международной базе данных RGD (Rat Genome Database, RGDID 2292168) под названием ISIAH (Inherited stress-induced arterial hypertension).

### Модель меланокортинового ожирения и диабета 2 типа

В качестве модели используются мыши линии C57Bl/6J, несущие мутацию Lethal Yellow в локусе агути в гетерозиготном состоянии, которая впервые была описана еще в 1905 г. Мутация приводит к

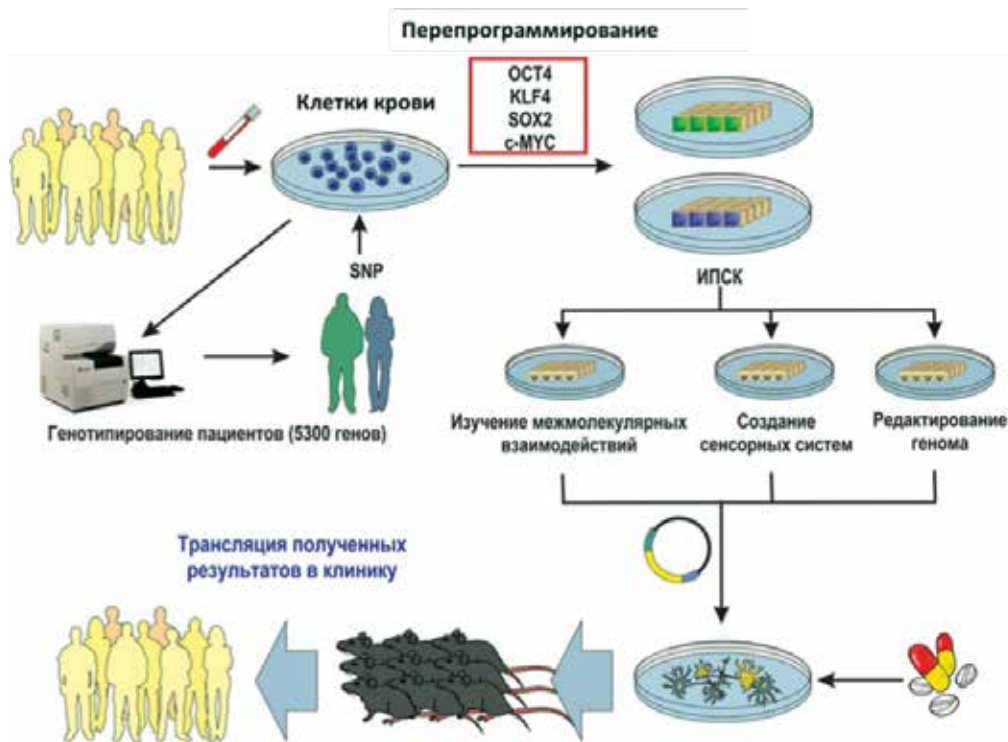
эктопической нерегулируемой экспрессии гена Агути и повсеместной перманентной блокаде меланокортиновых рецепторов 4 типа. Блокада этих рецепторов в гипоталамусе сопровождается повышением аппетита, перееданием и снижением расхода энергии. Является моделью генетического однолокусного меланокортинового ожирения (наиболее часто встречающийся тип ожирения в популяции человека) и диабета второго типа. Мыши C57 Bl/6J-Ау использовались для выяснения молекулярно-генетических механизмов антидиабетогенного действия фармакологических препаратов (фактор роста фибробластов 21 -FGF21) и для выяснения путей влияния материнского организма на развитие метаболических нарушений у потомства. Линия была редеривирована и имеет SPF статус.

### **Модель для изучения некоторых форм психопатологий, сопровождающихся развитием двигательных нарушений**

В ИЦиГ СО РАН создана линия мышей ASC (antidepressant sensitive catalepsy) в результате длительного отбора на высокую предрасположенность к каталепсии из популяции беккроссов между каталептической линией CBA/He и устойчивой к каталепсии линии AKR/J (Kulikov et al., 2008). Переведена в SPF-статус и содержится в SPF-виварии ИЦиГ СО РАН с 2012 г. Линия предназначена для исследования механизмов возникновения психопатологий, поскольку каталепсия является симптомом ряда тяжелых форм шизофрении, паркинсонизма, аутизма и депрессий. Мыши ASC – удобная модель для изучения механизмов тяжелых форм психопатологий, сопровождающихся развитием двигательных нарушений, а также для поиска новых средств фармакологической коррекции этих нарушений. На мышах данных линий было показано терапевтическое действие BDNF (Тихонова и др., 20096; Tikhonova et al., 2012; Naumenko et al., 2012), GDNF (Naumenko et al., 2013) и нового отечественного препарата гидрохлорида 8-трифтор-1,2,3,4,5-бензо,пентатиепин-6-амин (ТС-2153) (Kulikov et al., 2012).

### **Биоколлекции ИЦиГ СО РАН: поддержание генетически модифицированных линий мышей для моделирования и поиска лечения различных заболеваний человека**

В настоящее время изучение фундаментальных и прикладных биомедицинских проблем невозможно без проведения исследований на лабораторных животных, где особая роль отведена генетически модифицированным организмам. Благодаря современным молекулярно-клеточным методам появилась возможность создания генетических линий животных. В результате этого у исследователей теперь есть уникальный инструмент для выяснения роли того или иного гена как во временном (возможность изучать эффекты гена при его активации/ингибировании в тот или иной период нейроразвития), так и в пространственном (возможность изучать эффекты гена при его активации/ингибировании в той или иной клеточной популяции) измерениях. В SPF-виварии содержится большая коллекция мышей, полученная за счет генной модификации определенных генов (например, нокин и нокаут генов контактина и паннексина и др.), которые могут служить моделями для изучения таких заболеваний как аутизм, нейродегенерация, болезнь Гиршпрунга, гиперактивность, слабоумие, шизофрения, биполярные расстройства.



### Клеточные технологии Создание и совершенствование клеточных моделей заболеваний человека

Детальное исследование молекулярно-генетических механизмов патогенеза наследственных заболеваний является одной из актуальных задач современной биомедицины. В последние десятилетия в арсенале исследователей появились новые инструменты, которые позволяют получать новые, более совершенные модели для исследований *in vitro*. Это такие инструменты как технология получения пациент-специфичных индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (ИПСК) и системы направленного редактирования геномов, в частности, система CRISPR/Cas9.

Коллективом лаборатории эпигенетики развития, в тесном сотрудничестве с медицинскими учреждениями России, была создана коллекция пациент-специфичных линий индуцированных плюрипотентных стволовых клеток. В частности, были созданы линии ИПСК пациентов, страдающих болезнью Паркинсона, болезнью Альцгеймера, спинальной мышечной атрофией, боковым амиотрофическим склерозом, болезнью Гентингтона, синдромом удлиненного интервала QT, гипертрофической кардиомиопатией, болезнью Вильсона-Коновалова и мышечной дистрофией Дюшена. Полученные клеточные линии детально охарактеризованы и генотипированы, а шестнадцать из них зарегистрированы в международной базе данных - hPSCreg (<https://hpscereg.eu/>). Кроме того, с помощью направленного редактирования геномов, путем внесения мутаций в геномы клеток здоровых доноров, были созданы изогенные клеточные модели болезни Гентингтона и бокового амиотрофического склероза.

На базе полученных ИПСК, с применением CRISPR/Cas9-опосредованной гомологичной рекомбина-

ции, были созданы линии, которые несут в геномах трансгены генетически кодируемых биосенсоров. Генетически кодируемые биосенсоры представляют собой искусственные клеточные конструкции, которые позволяют визуализировать и количественно оценивать патологические процессы, происходящие в живых клетках в режиме реального времени. Например, была получена панель линий ИПСК пациентов, страдающих боковым амиотрофическим склерозом и здоровых доноров, которые несут трансгены, позволяющие исследовать уровень перекиси водорода в цитоплазме и митохондриях клеток, определять наличие стресса эндоплазматического ретикулума (ЭПР) и уровень апоптоза. На базе клеточной модели болезни Паркинсона были созданы трансгенные линии, содержащие биосенсоры окислительно-восстановительного потенциала глутатиона и стресса ЭПР.

Для создания полноценных клеточных моделей были отработаны протоколы направленной дифференцировки ИПСК в релевантные типы клеток, то есть в клетки, на которых проявляется патогенез того или иного заболевания. В частности, были успешно воспроизведены протоколы дифференцировки ИПСК пациентов в моторные нейроны, средние шипиковые нейроны, дофаминергические нейроны, гепатоциты и кардиомиоциты. Было показано, что клетки, полученные в результате направленной дифференцировки ИПСК, воспроизводят *in vitro* многие патологические черты, которые наблюдаются при соответствующих заболеваниях у пациентов. В клетках, которые несут трансгены, наблюдается экспрессия белков-биосенсоров, отвечающих на химическое воздействие извне. Полученные клеточные модели могут применяться для исследования молекулярно-генетических механизмов заболеваний человека, выявления связей между изменениями на уровне генома и фенотипом, а также для поиска и доклинического тестирования средств терапии.

## Биотехнология

### Технологии выращивания мискантуса китайского

Мискантус китайский – это плотнокустовой мощный злак высотой 1,5–2 метра, нетребовательный к почвам, устойчивый к вредителям и дающий хороший прирост фитомассы, поэтому в сложных для сельского хозяйства условиях Российской Федерации и, особенно Сибири, растение является одним из перспективных источников биомассы. Экспедиция СО РАН на Дальний Восток привезла образцы китайского мискантуса, который начали выращивать на опытных площадках у озера Чаны. В условиях Сибири на экспериментальных полях продуктивность мискантуса достигает 20 тонн с гектара сухой биомассы. За время изучения этого растения было установлено, что мискантус исключительно неприхотлив, легко культивируется и способен к продукции большого количества биомассы. Отличительной особенностью биомассы мискантуса является низкое содержание водонерастворимого лигнина. Содержание целлюлозы и лигнина в биомассе мискантуса в пересчёте на абсолютно сухое вещество составляет 44% и 7%, соответственно. Такие параметры делают биомассу мискантуса исключительно перспективным возобновляемым сырьём для биотехнологической переработки (Шумный В.К., Вепрев С.Г., Нечипоренко Н.Н., Горячковская Т.Н., Слынько Н.М., Колчанов Н.А., Пельтек С.Е. Авторское свидетельство № 58540 на мискантус сорт «Сорановский», 2013 г.).

### Штамм бактерий *Geobacillus stearothermophilus* – продуцент биоэтанола

Из коллекции ИЦиГ СО РАН отобраны термофильные штаммы, перспективные для получения биоэтанола и молочной кислоты. Методами МАЛДЦИ масс-спектрометрии и секвенирования участка гена 16s рРНК из 25 отобранных штаммов 21 идентифицированы как микроорганизмы рода *Geobacillus* spp. Установлено, что среди исследованных штаммов *Geobacillus* spp. большинство успешно осуществляет конверсию гексоз и пентоз на минеральной среде. Разработана математическая модель оптимизации синтеза молочной кислоты штаммами *Geobacillus* spp. На основе моделирования определена стратегия внесения направленных изменений в геном *Geobacillus*. Для модификации генома выбраны штаммы *Geobacillus* G1w2 и 53, геномы которых секвенированы. Открыт новый вид микроорганизмов рода *Geobacillus* – природный штамм G1w2 из термального источника Долины гейзеров. Разработаны и созданы генетические конструкции для модификации метаболических путей бактерий рода *Geobacillus* на основе математической модели и проведенного полногеномного секвенирования штамма 53. Разработаны протоколы введения направленных изменений в геном бактерий рода *Geobacillus*

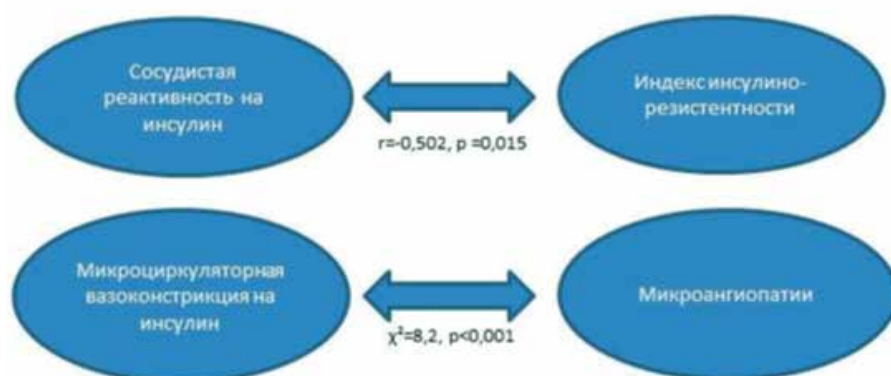
для оптимизации продукции этанола и молочной кислоты. В соответствии с разработанными протоколами проведено конструирование двух рекомбинантных штаммов *Geobacillus stearothermophilus* 53 и *Geobacillus stearothermophilus* 53(2) – продуцентов молочной кислоты и биоэтанола, проведен их молекулярно-генетический анализ, показано наличие направленных изменений в их геномах. Методы будут способствовать повышению комплексности и глубины переработки возобновляемого непищевого сырья, созданию безотходного производства компонентов химического синтеза. Работа направлена на использование возобновляемых источников биомассы для целей рационального и устойчивого промышленного производства и энергообеспечения при снижении вредного воздействия на окружающую среду (Розанов А.С., Малуп Т.К., Брянская А.В., Пельтек С.Е. Штамм бактерий *Geobacillus stearothermophilus* – продуцент биоэтанола. Патент РФ № 2534880 от 21.08.2014г.).

### Получение из растительной биомассы сахаросодержащего сырья

Разработан способ получения из растительной биомассы сахаросодержащего сырья для биотехнологических нужд не только биоэтанола, но и исходных компонент для крупнотоннажного химического производства, а также высококачественной целлюлозы и ее производных. На основе каждой разработанной технологии возможна организация самостоятельного производства или передача (продажа) технологии заинтересованным действующим предприятиям. Разрабатываемую технологию можно модифицировать для переработки других видов целлюлозосодержащего сырья, в том числе отходов сельского хозяйства. Возможна передача технологии предприятиям, заинтересованным в переработке отходов сельхозпроизводства (Брянская А.В., Старостин К.В., Шеховцов С.В., Розанов А.С., Горячковская Т.Н., Пельтек С.Е. Штамм бактерий *Bacillus stratosphericus*, обладающий способностью продуцировать этанол из лигноцеллюлозной биомассы. Патент РФ № 2560584, 2015 г.).

Разработаны биокаталитические методы превращения целлюлозосодержащего растительного сырья (биомассы) (ЦСС) в спирты и эффективные методы предобработки биомассы мискантуса для последующего ферментативного гидролиза. Разработана лабораторная методика получения сахаросодержащего сырья на основе биомассы мискантуса. Разработана лабораторная методика получения этанола из предобработанного ЦСС. Получены экспериментальные образцы штаммов микроорганизмов – продуцентов этанола вида *Bacillus stratosphericus*, проведены их микроскопические исследования и разработана методика культивирования, получены и занесены в базу данных характеристичные масс-спектры белковых профилей; штаммы депонированы. Штаммы устойчивы к содержанию в среде ацетата в концен-

трации 3,0 г/л и содержанию этанола –8%. Штаммы использованы для создания консорциума микроорганизмов для наработки биоэтанола из гидролизатов биомассы мискантуса (Брянская А.В., Старостин К.В., Розанов А.С., Шеховцов С.В., Горячковская Т.Н., Пельтек С.Е. Штамм бактерий *Bacillus stratosphericus*, предназначенный для получения этанола из лигноцеллюлозной биомассы. Патент РФ № 2560585, 2015 г.).



## Медицинские технологии

### Способ определения адренергической реактивности сосудов

Области возможного использования. Медицина: диагностика инсулинорезистентности, контроль эффективности лечения пациентов с инсулинорезистентностью, профилактика возникновения микроангиопатий при нарушениях углеводного обмена.

Степень готовности разработки к практическому применению. Разработка готова к внедрению в клиническую практику.

Возможный технический и (или) экономический эффект. Способ позволяет дифференцированно назначать медикаментозную терапию при нарушениях микроциркуляции у больных с метаболическими нарушениями на фоне ишемической болезни сердца, артериальной гипертонии, диабета и других социально-значимых заболеваний. Предлагаемый способ прост в выполнении, занимает не более 15 минут и может применяться в поликлиниках и больничных стационарах.

Сравнительные характеристики с известными разработками. Известный «Способ определения адренергической реактивности сосудов» (патент RU 2164689C2, опубл. 27.03.2001) включает измерение коэффициента отражения низкоинтенсивного лазерного инфракрасного излучения участка кожи, электрофорез норадреналина гидротартрата участка кожи и повторное измерение коэффициента отражения после электрофореза, что требует длительных временных затрат и делает невозможным оперативно оценить практическому врачу индивидуальные особенности адренергической реактивности сосудов пациента. Предлагаемый способ является простым, доступным для первичного звена здравоохранения, что позволит использовать его на практике для дифференцированного подхода к назначению медикаментозной терапии пациенту.

Патентная защита разработки. Патент RU 2693451C1, приоритет от 25.05.2018, опубл. 02.07.2019, Бюл. № 19.

### Серебросодержащий сорбент для энтерального и парентерального применения

В НИИКЭЛ-филиале ИЦиГ СО РАН разработаны оптимальный состав и одностадийная технология получения (без использования энергоёмких ресурсов) оригинального серебросодержащего алюмокремниевого сорбента AlSi/Ag (ТУ, проект ФСП, лабораторный регламент) для профилактики и лечения острых кишечных инфекций. Установлены физико-химические, технологические и биофармацевтические параметры сорбента (мезо-, макропористая структура, размер частиц до 0,04 мкм с гидрофильно-гидрофобной поверхностью, сорбционной активностью в отношении токсинов разного молекулярного веса и хорошей сыпучестью ( $9,0 \pm 0,5$  г/с). Определена стабильность его физико-химических характеристик и установлен срок хранения – 3 года.

В результате экспериментальных исследований (мыши) серебросодержащего сорбента установлена сорбционная активность разработанного препарата в отношении микроорганизмов культуры *Salmonella enteritidis* и её токсинов, безопасность длительного применения per os и отсутствие раздражающего действия при накожном применении.

Микрофотография частицы серебросодержащего алюмокремниевого сорбента (сканирующая электронная микроскопия) (Ув. 10000)

Патент № 2620118 Российская Федерация «Пористый сорбент с нормотимическими свойствами на основе оксида алюминия» / Рачковская Л.Н., Котлярова А.А., Дарнева И.С., Бгатова Н.П., Рачковский Э.Э., Летягин А.Ю., Королёв М.А., Бородин Ю.И., Коненков В.И.; заявитель и патентообладатель: НИИКЭЛ-филиал ИЦиГ СО РАН, ООО «Фармацевтическая компания «Санат» // Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 23.05.2017

### Способ определения вероятности наличия нестабильных атеросклеротических бляшек в коронарных артериях у пациентов с коронарным атеросклерозом

Способ определения вероятности наличия нестабильных атеросклеротических бляшек в коронарных артериях у пациентов с коронарным атеросклерозом включает в себя определение в сыворотке крови пациента значений воспалительных биомаркеров и уровня окислительного теста FORT. Полученные значения сравнивают с пороговым значением соответствующего биомаркера и при наличии, как минимум, четырех значений исследуемых показателей больше порогового значения, говорят о вероятности наличия нестабильных бляшек в коронарных артериях у пациента с коронарным атеросклерозом.

Результаты отражены в следующих достижениях:

Получен патент: Полонская Я.В., Каштанова Е.В., Стахнёва Е.М., Рагино Ю.И. «Способ определения вероятности наличия нестабильных атеросклеротических бляшек в коронарных артериях у пациентов с коронарным атеросклерозом» №2665139 от 28.08.2018г.

Разработана программа для ЭВМ: «Программа расчета вероятности наличия нестабильных атеросклеротических бляшек», авторы: Каштанова Е.В., Стахнёва Е.М., Яковина И.Н., Баннова Н.А., Полонская Я.В., Рагино Ю.И., 2018



## Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН



### Материалы с нанопокрывтиями из соединений серебра для использования в медицине

Технология/способ: Разработана инновационная технология получения материалов с нанопокрывтием из соединений серебра для противовирусной и антибактериальной защиты. Получены два патента РФ.

Применение:

- в качестве противовирусного и антибактериального вкладыша в медицинские маски при защите от вируса гриппа и других инфекций;
- в качестве антимикробных фильтров в системах очистки и кондиционирования воздуха;
- в качестве антимикробных фильтров для обработки воды в бассейнах и ваннах.

Эффективность материала подтверждена исследованиями Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор»: «Новый материал обладает выраженной противовирусной активностью. При попадании инфекционного вируса на ткань его количество сразу уменьшается на 4-е порядка, по истечении 30 минут патогенный вирус не фиксируется».

Возможность попадания наночастиц серебра в организм человека изучена в Институте кинетики и горения СО РАН: «Образец серебро-содержащей фильтрующей ткани не является источником аэрозольных частиц».



Антивирусные маски



Опытная установка для нанесения защитного слоя на материал



### **Получение лекарственных средств повышенной эффективности и безопасности**

Технология/способ №1: Разработана технология получения супрамолекулярных комплексов лекарственных молекул с природными полисахаридами в качестве основы для получения широко спектра лекарственных средств повышенной эффективности и безопасности.

Применение:

- для лечения гельминтоза (описторхоза) показано увеличение биодоступности празиквантела в ~3 раза и уменьшение действующих доз в 4-11 раз;
- для снижения уровня содержания холестерина показано увеличение биодоступности статинов в 3-5 раз и увеличение антихолестеринического действия на 20-30%.
- разработано новое эффективное антитромботическое средство с минимальным побочным действием. Создан механокомплекс ацетилсалициловой кислоты с отечественным растительным полисахаридом-арабиногалактаном из древесины сибирской лиственницы.



## Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН



### Фотоактивные самоочищающиеся тканевые материалы

Фотоактивные самоочищающиеся тканевые материалы состоят из тканевой основы, на которую нанесен фотокаталитически активный компонент, обеспечивающий им эффект самоочистки под действием света. Материалы представлены в удобной для использования форме – в виде текстильной ткани, и пригодны для пошива защитной одежды, спецодежды и изготовления тканевых фильтров для систем очистки и обеззараживания воздуха.

Отличительной особенностью является то, что под действием солнечного или мягкого ультрафиолетового излучения фотоактивные самоочищающиеся материалы обеспечивают окислительную деструкцию химических веществ, макромолекул, вирусов и бактерий, осуществляя тем самым очистку и обеззараживание собственной поверхности, что позволяет использовать их для изготовления защитной одежды и специальных изделий для работы с опасными биологическими и химическими загрязнителями.

Материалы также позволяют осуществлять фильтрационную и адсорбционную очистку газовых сред от органических и ряда неорганических загрязняющих веществ с последующей самоочисткой путём

фотокаталитической деструкции накопленных загрязнителей до безвредных компонентов (углекислого газа и воды), что исключает необходимые при использовании обычных фильтров стадии дальнейшей утилизации накопленных загрязнителей.

Материалы предназначены для изготовления:

- средств индивидуальной защиты (костюмов, халатов, спецодежды) для работников медицины и здравоохранения, биохимических лабораторий;
- защитной одежды при работе с боевыми отравляющими и токсичными органическими веществами;
- защитной одежды при работе на опасных производствах и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- антибактериальных тканей;
- самоочищающихся тканей в интерьере помещений;
- тканевых фильтров в системах очистки и обеззараживания воздуха.

Технические показатели

Внешний вид – ткань белого цвета без пятен, заломов и засечек.

Тканевая основа – хлопковая или смешанная хлопко-полиэфирная ткань с содержанием хлопка не менее 60% и с поверхностной плотностью не менее

50 г/м<sup>2</sup>;

Содержание модификаторов – 0,5-5 мас.%;

Потеря массы при скорости потока воздуха 5 м/с – не более 1 мас.%;

Стационарная скорость фотокаталитического окисления летучих органических веществ (на примере ацетона) – не менее 0,001 мкмоль/(мин·мВт) в диапазоне интенсивностей УФ-излучения 0-10 мВт/см<sup>2</sup>.

Относительный уровень снижения концентрации нуклеиновых кислот на поверхности – не менее 1000 раз при освещении УФ-излучением (5 мВт/см<sup>2</sup>) в течение 8 часов.

Уровень реализации разработки

Выполнен лабораторный этап: изготовлена экспериментальная партия лабораторных образцов и проведены лабораторные испытания совместно с ИХБФМ СО РАН (г. Новосибирск) и НИИ Гриппа (г. Санкт-Петербург).

Потенциальные потребители

Учреждения медицины и здравоохранения, биохимические лаборатории, биохимические или фармацевтические компании, МЧС России, Вооружённые Силы России

Коммерческие предложения для внутреннего и внешнего рынка

Поиск инвестора и партнера для разработки технологии производства материалов и реализации производственного участка.

## Термокаталитическое окисление осадков сточных вод

Проблема

Ежегодно в России и мире образуются миллиарды тонн отходов. К таковым можно отнести иловые осадки сточных вод (в том числе коммунальных). В большинстве своем, такие отходы являются токсичными и требующими особого внимания к их хранению и утилизации. Как в России, так и в мире практически отсутствуют эффективные технологии, способные с высокой экологической чистотой перерабатывать такого рода материалы. Основная масса отходов складывается или подвергается захоронению.

Решение

В качестве решения предлагается технология сжигания топлив и отходов (влажностью до 75%) в кипящем слое катализатора с выработкой тепла. Инновацией технологии является применение катализатора глубокого окисления как основы кипящего слоя для сжигания влажного до 75% ила в автотермическом режиме (без использования дополнительного топлива).

Стоимость промышленных установок по сжиганию

илов на порядок ниже зарубежных аналогов. Сжигание топлив и отходов по данной технологии является экологически безопасным и не требует дополнительных систем очистки (концентрация вредных выбросов в разы ниже Российских и Европейских норм). Технология позволяет эффективно использовать выделяющееся при горении тепло (более 90% коэффициент полезного использования).

Рынок

Описание рынка: рынок утилизации свежееобразующихся иловых осадков и рекультивации их захоронений, услуги по сопровождению эксплуатации установок.

Показатели рынка: объем рынка промышленных и коммунальных отходов постоянно растет пропорционально росту численности населения (1,1% в год) и развитию промышленности. Объем рынка отходов в России составляет до 3,5 млрд долларов в год (10-я международная выставка по управлению отходами, природоохранным технологиям и возобновляемой энергетике, Москва 2017; данные Росстата, журнал «Твердые бытовые отходы»).

Потребители

Основными потребителями заявляемой технологии являются предприятия-водоканалы, эксплуатирующие коммунальные очистные сооружения, а также предприятия, имеющие собственные очистные сооружения, на которых не решена проблема утилизации иловых осадков.

Конкуренты и преимущества

В России и за рубежом прямые аналоги предлагаемой технологии отсутствуют. Наиболее близкой технологией является французская технология сжигания илов в кипящем слое инертного материала, которая, в частности, реализована на очистных сооружениях коммунального хозяйства г. Санкт-Петербург.

Основные недостатки схожих технологий: большие габариты печей; большой расход дополнительного топлива; при температуре процесса 850-1100 оС повышенные требования к конструкционным материалам печей; шлакование золой кипящего слоя и стенок печей; при подсушке влажного осадка возможно выделение летучих соединений и загрязнение атмосферы (аммиак, меркаптаны, сероводород и др.). Высокотемпературное сжигание предполагает образование большого количества токсичных соединений (в том числе и оксидов азота), что требует очень сложной системы очистки дымовых газов.

Преимущества технологии ИК СО РАН: Принципиальное отличие технологии сжигания влажных осадков, предлагаемой Институтом катализа СО РАН, заключается в том, что за счет присутствия катализатора процесс сжигания полностью локализуется в кипящем слое и не переходит в надслоевое пространство. Температура горящих частиц равна температуре слоя и не превышает 750 °С. Такое решение позволяет в несколько раз снизить габариты и капи-

талоемкость печи при сопоставимой производительности и существенно снизить содержание в дымовых газах токсичных соединений (оксидов азота и серы, бензпиренов, диоксинов) до предельно допустимых санитарных норм. По сравнению, например, с печами с кипящим слоем инертного материала, при каталитическом сжигании объем печи уменьшается более чем в 15 раз. При влажности осадка 75% исключается расход дополнительного топлива. Расход электроэнергии на дутьевое оборудование уменьшается на 30 %. В таблице ниже приведено сравнение расчетных параметров технологии термокatalитического окисления (ТКО) иловых осадков сточных вод с показателями существующей установки сжигания осадка в кипящем слое песка фирмы «Цукусима Кикай» (Япония).

#### Интеллектуальная собственность

Интеллектуальная собственность охраняется следующими патентами:

Симонов А.Д., Пармон В.Н., Яковлев В.А., Языков Н.А. Каталитический реактор для переработки осадков сточных вод и способ их переработки (варианты). Пат. РФ 2456248, БИ №20, 20.06.2012.

Симонов А.Д., Языков Н.А., Пармон В.Н., Дубинин Ю.В., Яковлев В.А., Федоров И.А. Каталитический реактор для переработки осадков сточных вод и способ их переработки (варианты): Пат. РФ 2536510, БИ № 36, 27.12.2014

Симонов А.Д., Языков Н.А., Дубинин Ю.В., Федоров И.А., Яковлев В.А., Федоров А.В. Способ сжигания топлив. Пат РФ 2647744, БИ № 8, 19.03.18.

Симонов А.Д., Языков Н.А., Дубинин Ю.В., Яковлев В.А., Федоров И.А., Пармон В.Н. Каталитический теплогенератор. Патент РФ 131850, БИ № 24, 27.08.2013.

Симонов А.Д., Языков Н.А., Дубинин Ю.В., Яковлев В.А., Пармон В.Н., Федоров И.А., Степанов А.А. Элемент каталитической насадки (варианты) и способ осуществления экзотермических каталитических реакций. Патент РФ 2489210, БИ №22, 10.08.2013.

Часть интеллектуальной собственности оформлена в виде «ноу-хау».

#### Эффективность

Эффективность технологии подтверждается успешным многолетним функционированием угольных котельных, в основе которых также лежит технология термокatalитического окисления в кипящем слое катализатора.

С 2008 г. – котельная КТУ 3,0 Гкал/ч на угле ст. Артышта-2 (Кемеровская область);

С 2010 г. – котельная КТУ 1,0 Гкал/ч на ст. Юрга (Кемеровская область);

С 2011 г. – котельная КТУ 3,0 Гкал/ч на ст. Кулунда (Алтайский край);

С 2013 г. – котельная КТУ 6,0 Гкал/ч на ст. Магдагачи (Амурская область).

Котельные демонстрируют не только экологическую эффективность сжигания, но и экономические преимущества по сравнению с традиционными слоевыми котельными.

#### Безопасность

Безопасность процесса характеризуется токсичностью образующейся золы и содержанием вредных веществ в отходящих газах.

Испытания на токсичность золы от каталитического сжигания илового осадка, проведенные в ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу» показали, что образующаяся зола по токсичности относится к IV классу опасности. Зола пригодна для использования в строительстве.

Определение количества полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов в отходящих газах при сжигании илового осадка проводилось в аккредитованном испытательном аналитическом центре Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН. Согласно анализу, содержание в дымовых газах наиболее опасного 2,3,7,8 – тетрахлордибензодиоксина находится ниже предела обнаружения  $10 \cdot 10^{-9}$  мг/м<sup>3</sup>. Данное значение почти в 2,5 раза ниже предельно допустимого, принятого в Евросоюзе.

#### Технологичность

Разработанная технология термокatalитического окисления иловых осадков сточных вод находится на стадии внедрения. В данный момент идет строительство первой очереди опытно-промышленного комплекса по утилизации иловых осадков коммунальных очистных сооружений мощностью 6 т/час ила на АО «ОмскВодоканал».

#### Команда

Институт катализа СО РАН – один из крупнейших мировых научных центров в области катализа и смежных наук;

Уже более 60 лет ИК СО РАН проводит фундаментальные и прикладные исследования в области катализа и каталитических технологий, которые лежат в основе более чем 90 % всех промышленных химических процессов;

Институтом созданы и освоены более 75 катализаторов и каталитических технологий в различных областях промышленности.

#### Бизнес-модель

Для тиражирования данной технологии ООО УК «Росводоканал» и ИК СО РАН создали совместное предприятие – ООО «РВК.Катализ», в функции которого входит: генподрядные работы по строительству установок, сервисные услуги при эксплуатации объектов, включая обеспечение катализатором и другими расходными материалами, продажа неисключительных лицензий на строительство и эксплуатацию установок, организация производства типоразмерного ряда установок на базе российских и зарубежных компаний.

Перечень перерабатываемых (утилизируемых) отходов с помощью данной технологии может быть расширен после проведения дополнительного НИОКР.



## Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН



### Детекторы рентгеновского излучения

В 80-х годах прошлого века в Институте ядерной физики СО РАН сформировалось новое направление прикладной деятельности – рентгенография человека при предельно низких дозах облучения. Для реализации данного проекта были разработаны и успешно применены на практике несколько модификаций детекторов рентгеновского излучения. Одна из таких моделей – многоканальная ионизационная камера (МИК), стала основой для серийно выпускаемой малодозной цифровой рентгенографической установки МЦРУ “Сибирь”. Имеющийся опыт был применен для создания микродозовых систем рентгеновского контроля, предназначенных для досмотра людей в аэропортах, пунктах таможенного досмотра и других учреждениях с ограниченным доступом. Десятки таких систем работают в различных организациях нашей страны.

В настоящее время в институте продолжают работу по разработке нового поколения детекторов рентгеновского излучения на основе сборок сцинтиллятор - микропиксельный лавинный фотодиод, работающих в режиме прямого счета зарегистрированных фотонов. Результаты тестирования подтвердили, что при сверхнизких дозах облучения счетный детектор позволяет получать изображения более высокого диагностического качества, чем стандартные детекторы на основе коммерческих сборок сцинтиллятор-фотодиод. Фотография опытного образца детектора для системы рентгеновского досмотра и сравнительный снимок тест-объекта, полученный с помощью многоканальной ионизационной камеры и новым детектором, представлены на рисунке ниже.

Основные преимущества данного детектора над

существующими решениями (МИК, фотодиодные линейки):

- Отсутствие вклада собственных шумов электроники регистрации (средняя величина шумового сигнала  $\sim 0.01$  отсчета).
- Величина сигнала не зависит от энергии (энергоделичения) зарегистрированного фотона. Таким образом, на изображении присутствует только статистический шум.
- Более высокое качество изображения за счет применения более “тяжелых” и существенно более быстрых сцинтилляторов.

При равной дозе максимальное значение соотношения сигнал-шум на 10-20% выше, а при дозе менее 0.1 мкЗв - в разы превышает соотношение сигнал-шум, получаемое в детекторах на основе фотодиодных линеек. Для сравнения: согласно СанПиН 2.6.1.3106-13 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при использовании рентгеновских сканеров для персонального досмотра людей», если эффективная доза за одно сканирование (обследование) не превышает 0.3 мкЗв, то такие системы могут использоваться для персонального досмотра людей любыми организациями, имеющими лицензию на осуществление деятельности в области использования источников ионизирующих излучений.

На основе разработанной технологии возможно изготовление систем для решения и других научно-практических задач. В частности двухэнергетическая рентгеновская денситометрия, дефектоскопия промышленных объектов и др.

Разработка защищена патентом



## Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН



1. В высокой степени готовности находятся разработки по СВЧ мощным фотодиодам (МФД). Разработаны ТУ на МФД с частотой 10, 20 и 40 ГГц (ТУ 26.11.22.112-014-03533808-2018, ТУ 26.11.22.112-015-03533808-2018 и ТУ 26.11.22.112-016-03533808-2018). Разработаны ТУ (20.59.53.120-001-03533808-2019 ТУ) на гетероструктуры для интегрально-оптического модулятора на частоту 40 ГГц с рабочей длиной волны 1,55 мкм.

Дополнительные инвестиции позволят разработать:

а. одиночные и балансные фотодиоды в том числе и на телекоммуникационный диапазон

б. интегрально-оптический модулятор на частоту 40 ГГц с рабочей длиной волны 1,55 мкм на фосфид индиевой подложке.

2. Нанопроволочный сенсор с фемтомольной чувствительностью на основе структур кремний на изоляторе (размерами до 20 нм) для различных биомаркеров.

Области применения:

Биология/Медицина

- белки-маркеры болезней

- вирусы и патогены

- сетевое массовое обследование на дефект ДНК

- скрининг-тест взаимодействия молекула-белок для создания лекарственных препаратов

- Предупреждение о террористической атаке
- все вирусы и токсины
  - химически активные молекулы
  - взрывчатые вещества

Главные преимущества - измерения в реальном времени, сверхчувствительность, перспектива создания массовых сетевых диагностиком среды и человека

3.Тепловизионный канал с микросканированием (МС) на базе охлаждаемого фотоприемника формата 320×256 из материала КРТ, диапазона чувствительности 8-12 мкм производства ИФП СО РАН.

Канал позволит увеличивать разрешение обзорно-прицельных систем и, как следствие, дальность распознавания объекта или цели.

Канал позволит получить широкоформатное изображение с малым шагом пикселя, при использовании малоформатных и недорогих матричных фотоприемников. При этом экономический выигрыш, для потенциальных потребителей канала, составит более чем в два раза.

Использование фотоприемного устройства и МС, выполнено исключительно из материалов Российского производства.

Существует возможность введения МС, как дополнительного устройства, в уже существующие тепловизионные системы, преобразуя в системы высокого разрешения в рамках модернизации существующих образцов.

4. Тепловизионный комплекс для обеспечения автоматизированного бесконтактного определения людей с повышенной температурой тела.

В связи с распространением в мире коронавирусной инфекции сегодня возник спрос на экспресс методы определения потенциальных больных людей в пассажиропотоке на вокзалах, аэропортах, в метро и других местах. При этом:

1.Необходим одновременный контроль большого количества людей.

2.Необходимо быстрое выявление в массе пассажиров людей с повышенной температурой.

В этой связи, к разработке предлагается терморациометрическая система (ТС) состоящая из видимого и тепловизионного каналов, выполненных на базе CMOS матрицы и микроболометра, что позволит при совмещении изображений каналов выделять объекты повышенной температуры на телевизионном изображении по заданному порогу, цветом.

Управление системой и передача данных на ПК должно осуществляться по интерфейсу Ethernet. Также, управление ТС может осуществляться посредством кнопок управления, расположенных на корпусе прибора.

Вариант исполнения системы – носимый, что позволит повысить мобильность системы и снизить ее стоимость при сохранении эффективности применения.



## Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН



### Технологии лазерной сварки, упрочнения металлических изделий

Технология лазерной сварки авиационных материалов (высокопрочных алюминиевых сплавов, титановых сплавов, разнородных материалов титанового сплава и нержавеющей стали) и автоматизированный лазерный технологический комплекс (АЛТК) для их реализации.

Технология лазерного упрочнения металлических изделий (лазерная закалка, аддитивная лазерно-порошковая наплавка.)

Стадия реализации

Завершен НИОКР, действующая установка, промышленные образцы изделия

Лазерная сварка

Технология лазерной сварки позволяет сваривать стальные детали толщиной стенки до 8 мм с минимальным тепловым влиянием. Институт обладает уникальными технологиями:

- Сваркой стали и титана с прочностью шва равной прочности основного металла.
- Сваркой алюминиевых сплавов, в том числе уникальных современных высокопрочных авиаци-

онных сплавов с прочностью 0,95-1 от прочности основного металла.

- Сваркой разнородных материалов, типа титан-нержавеющая сталь, титан-алюминиевые сплавы не свариваемых обычными методами.

Лазерная закалка

В настоящее время успешно и широко применяется технология лазерной поверхностной закалки, которая используется, например, для создания самозатачивающегося инструмента, закалки гильз цилиндров двигателей, закалки внутренней поверхности цилиндра диаметром менее 15 мм и др.

Лазерно-порошковая наплавка

Лазерно-порошковая наплавка применяется для упрочнения поверхности, снижения абразивного износа, изготовления режущего инструмента с режущими поверхностями высокой твердости. В институте разработана технология нанесения функционально-градиентных гетерогенных материалов на основе керамических порошков и пластичных металлических добавок с помощью аддитивных технологий, которая позволяет в 3-5 раз снизить абразивный износ по сравнению с обычными методами упрочнения поверхности.

## Мембранно-сорбционная технология извлечения гелия из природного газа с одновременной его осушкой

Назначение: Разработана технология извлечения гелия из природного газа на месторождениях с низким содержанием гелия.

Характеристика: Извлечение гелия из природного газа основано на свойстве селективной проницаемости микросфер (ценосфер) по отношению к легким газам. Помещенные в поток природного газа микросферы поглощают гелий, а другие газы остаются в потоке. За счет использования композитного сорбента, содержащего микросферы или ценосферы и влагопоглотитель, предлагаемая технология обеспечивает одновременно процессы извлечения гелия и осушки природного газа.

Технико-экономические преимущества:

- низкая энерго- и капиталоемкость процесса по сравнению с криогенной технологией;
- возможность встраивания технологии в существующий процесс извлечения гелия из природного газа;
- высокая гидростатическая прочность микросфер к большим давлениям;
- получение гелиевого концентрата с содержанием гелия до 98% (содержание гелия зависит от параметров используемых компрессоров);
- использование композитного сорбента обеспечивает осуществление одновременного процесса извлечения гелия и осушки природного газа;
- технология устойчива к загрязненным потокам.

Изготовлена пилотная крупномасштабная установка извлечения гелия из природного газа (объем реактора 0,4 м<sup>3</sup>, объем баллонов 800 литров, рабочее давление 10 МПа).

Разработка защищена патентом РФ.



Композитный сорбент

## Технологии и оборудование холодного газодинамического напыления (ХГН)

Технологии и оборудование холодного газодинамического напыления (ХГН) антикоррозионных, упрочняющих, электропроводных, антифрикционных и т.д. покрытий на различные изделия и конструкции.

Простота и технологичность конструкции оборудования для нанесения покрытий методом ХГН, надежность, высокий ресурс работы.

Технико-экономические преимущества

- возможность получения покрытий со свойствами близкими к свойствам материала исходных частиц;
- возможность получения композиционных покрытий из механической смеси порошков, различающихся по физико-химическим свойствам;
- возможность использования для напыления порошков с размером менее 30–50 мкм, в том числе ультрадисперсных;
- отсутствие существенного термического воздействия на изделие;
- безопасность работ в связи с отсутствием высокотемпературных струй и излучения;
- возможность сбора и повторного использования частиц в напылении.

Антикоррозионные ХГН покрытия



В настоящее время разработаны технологии нанесения антикоррозионных ХГН покрытий (Al, Zn, Al-Zn) на поверхности (внешнюю и внутреннюю) труб и проката.

Кабельные наконечники

Разработана технология нанесения медных, цинковых и никелевых покрытий на поверхность кабельного наконечника, обеспечивающих защиту от электрохимической коррозии и качественный электрический контакт.

Токопроводящие покрытия на керамике

Проводятся исследования по разработке технологии нанесения электро- и теплопроводных медных ХГН покрытий на керамических подложках (силовая электроника).



## Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН



### Плазменный газификатор

«Прирученная» молния на службе человека, так можно охарактеризовать технологии с использованием плазмы.

История плазменных технологий началась в ИТ СО РАН в 1970г. с приходом чл.-корр. АН СССР М.Ф. Жукова. Был заложен мощный фундамент, на котором в настоящее время, с целью создания новых плазмохимических реакторов и высокоэффективных электродуговых генераторов плазмы, проводятся полномасштабные исследования по физике и химии низкотемпературной плазмы. Развиваются технологии углубленной переработки энергетического сырья с использованием плазмохимических процессов.

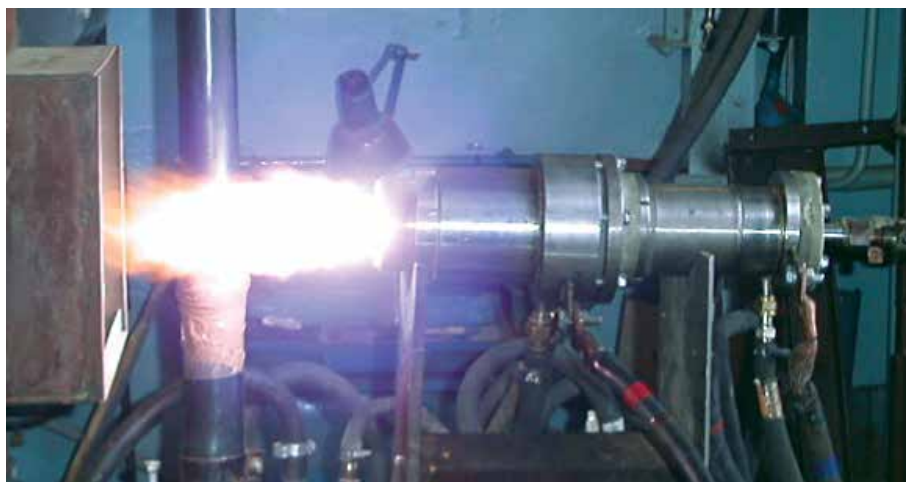
На базе высокоэффективных электродуговых плазмотронов разработки ИТ СО РАН, не имеющих аналогов в мире по мощности и ресурсу работы электродов, развиваются технологии газификации золошлаковых отходов, угля, ТКО для получения высокопотенциального синтез-газа.

### Характеристика

Технологическая схема по газификации включает в себя плазменно-дуговую электропечь, систему загрузки, дуговой плазмотрон (один или несколько) для нагрева воздуха или водяного пара, сервисные системы обеспечения работоспособности плазмотрона (ов), экологический блок очистки отходящих (дымовых) газов в газожидкостном центробежно-барботажном аппарате, блок сбора твёрдых остатков. При этом производительность по сырью (от десятков килограммов до нескольких тонн в час) определяется мощностью плазмотронов (от десятков до нескольких сотен киловатт).

Предлагаемые к использованию электродуговые плазмотроны могут обеспечить длительный ресурс работы электродов (300 час и более) при нагреве практически любых газовых сред до температуры 3000÷5000 К.

Плавление золошлаковых отходов:  
Золошлаковые отходы — вид отходов, образован-



ный в процессе сжигания угля в котлах тепловых электростанций и термического обезвреживания отходов мусоросжигательных заводов (МСЗ), имеющего большую зольность. Состав золошлаковых отходов, как правило, зависит от вида сжигаемого угля и отходов, способа сжигания, температуры факела, способа золоудаления, сбора и хранения золы на ТЭС и МСЗ. Ежегодно на российских угольных электростанциях образуется примерно 22 млн тонн золошлаковых отходов, из которых лишь 10–15 % находят своё дальнейшее применение, из-за чего общий объём накоплений ЗШО неуклонно растёт и сегодня составляет примерно 1,5 млрд. тонн.

Золошлаковые отходы после мусоросжигания, как правило, токсичны и имеют 3 класс опасности. Различают летучую и подовую золы. Летучая зола уносится из камеры с отходящими газами и задерживается рукавными фильтрами. Она содержит повышенное содержание легколетучих и тяжелых металлов и диоксинов, абсорбированных на её частицах. В подовой золе, которая сбрасывается с колосников печи, также присутствуют тяжелые металлы, но меньше, чем в летучей. Есть они и в шлаках, но присутствуют в малорастворимой форме (оксиды и силикаты).

Одним из эффективных путей решения проблемы переработки золошлаковых отходов является её плавление в плазменной шлакоплавильной электропечи, которые приводят к значительному снижению объема золы и переводят её в инертный (остеклованный) шлак. Эта технология исключает последующее выщелачивание из расплавленного шлака токсичных веществ. Легкокипящие компоненты золы испаряются из расплава и улавливаются в рукавных фильтрах или на охлаждаемых поверхностях. Особо опасные токсиканты: диоксины и фураны легко убрать простым повышением температуры до 1200-1400 °С.

#### Газификация угля:

Плазменная технология газификации энергетических углей направлена на получение высокопотенциального газа-восстановителя взамен металлургического кокса и большего вовлечения в промышленность низкосортных энергетических

углей и улучшение экологических показателей в теплоэнергетике, металлургии и др. отраслях промышленности.

Сущность плазменной технологии получения газа-восстановителя из низкосортных углей заключается в нагреве угольной пыли электродуговой паровой плазмой, являющейся окислителем, до температуры полной газификации, при которой осуществляется перевод органической массы угля в экологически чистый, свободный от золых частиц, оксидов серы и азота синтез-газ, который будет использоваться в металлургии вместо металлургического кокса.

Создана экспериментальная установка.

#### Утилизация ТБО:

Газификация — преобразования твердых и жидких органических веществ в горючие газы. Плазменная газификация ТБО - это оптимальный вариант комплексной переработки мусора, представляющий собой полную экологически чистую утилизацию отходов с получением тепловой энергии и высококалорийного и экологически чистого синтез-газа ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ). Отношение  $\text{H}_2/\text{CO}$  в синтез-газе можно регулировать исходным составом рабочей смеси (отходы + окислитель) и температурой процесса газификации. Полученный газ может быть использован в качестве высококалорийного энергетического газа, исходного реагента для синтеза синтетических жидких топлив, а также экономичного энергоносителя для электрогенераторов. Остывший остеклованный гранулированный шлак может без ограничения применяться в производстве строительных материалов, при создании автодорог и т.д.

Технология характеризуется экологической безопасностью, энергоэффективностью, универсальностью по отношению к типу сырья, малые габариты оборудования, низкие эксплуатационные затраты.

В ИТ СО РАН создан экспериментальный образец электроплазменной установки по газификации ТБО.

#### Коммерческие предложения

Поиск инвестора для создания промышленного образца и организации промышленного производства.

Лабораторный образец  
Номинальная мощность 100 Вт, Сухой вес 1.9 кг, Вес в активированном состоянии 3,8 кг, время непрерывной работы 11 -12 часов. Напряжение 14 – 24 В, Энергоемкость 1200 Втч (Удельная энергоемкость 300 Втч/кг)



### Компактный источник электропитания на базе топливного элемента

Топливный элемент (ТЭ) — электрохимическое устройство, подобное гальваническому элементу, но отличающееся от него тем, что вещества для электрохимической реакции подаются в него извне — в отличие от ограниченного количества энергии, запасённого в гальваническом элементе или аккумуляторе.

Принцип действия топливных элементов был открыт в 1839 г. английским ученым У. Гроувом, который обнаружил, что процесс электролиза обратим, то есть водород и кислород можно объединить в молекулы воды без горения, но с выделением тепла и электричества. Свой прибор, где удалось провести эту реакцию, ученый назвал "газовой батареей", и это был первый топливный элемент.

В конце 90-х годов XX века ИТ СО РАН совместно с израильской компании More Energy выполнял научные исследования в области топливных элементов. В результате работ, компания More Energy организовала серийное производство ТЭ в Ирландии на боргидриде.

Получив уникальный международный опыт по разработке и внедрению в производство топливных элементов, ИТ СО РАН продолжил совершенствовать технологию компактных источников электропитания, перейдя к другому виду топлива – алюминию.

Разрабатываемый ТЭ отличается тем, что в нем отсутствуют драгоценные металлы, используемые в качестве катализаторов в аноде. В качестве анода применяется алюминий. Он же является топливом.

На выходе образуется абсолютно безопасное с экологической точки зрения вещество — оксид алюминия (самый распространенный элемент в земной коре).

#### Характеристика

Компактный источник электропитания предназначен для автономной зарядки портативных электронных устройств (сотовых телефонов, GPS, плееров, камер и др.) вдали от источников электроэнергии, а также для использования в качестве источника электропитания.

Уникальность разработки заключается в использовании алюминия в качестве анода и топлива.

#### Технико-экономические преимущества:

- дешевизна топлива (100 – 150 руб/кг);
- безопасность и простота хранения, транспортировки и эксплуатации;
- простота конструкции - отсутствие анода (топливо является анодом);
- работоспособность в разных климатических условиях (в т.ч. в районах крайнего севера и Арктики);
- экологическая безопасность как самого топлива, так и его реагентов.

#### Области применения

- Автономные источники электропитания для физических лиц
- Геологоразведывательные и добывающие организации
- Космическая отрасль
- Подразделения МЧС и министерства обороны

Стадия разработки  
Линейка опытных лабораторных образцов 2, 20, 100 Вт.

Патентная защита  
Патент РФ № 2444093 «Анод для химического источника тока, способ изготовления анода и химический источник тока»  
Патент РФ № 2570143 «Металло-воздушный источник тока»

#### Рынок

Топливные элементы представляют собой очень эффективный, надежный, долговечный и экологически чистый способ получения энергии и могут в недалеком будущем стать широко используемым источником энергии на транспорте, в промышленности и домашнем хозяйстве. Для этого необходимы значительный технологический прогресс, снижение их стоимости и возможность эффективного использования дешевого топлива. При выполнении этих условий топливные элементы сделают электрическую и механическую энергию широко доступными во всем мире.

В настоящее время разработано значительное число различных типов топливных элементов, наибольшее распространение получили:

Топливные элементы с протонообменной мембраной. В качестве топлива используют водород. Рабочая температура до 100 градусов Цельсия, эффективность использования топлива около 50%. Наиболее распространенный тип топливных элементов. Применяется в автомобильном транспорте, системах аварийного питания и др.

Топливные элементы на основе фосфорной кислоты: преимуществом является возможность использования так называемого синтез-газа (смесь водорода и угарного газа), образующегося при газификации угля, паровом разложении метана и др. Эффективность топливных элементов на основе фосфорной кислоты – около 40%

Топливные элементы на твердых оксидах и на расплавах карбонатов. Рабочая температура до 1000 градусов, эффективность около 70%, могут использовать любое углеводородное топливо (преимущественно – метан).

По прогнозам мировых консалтинговых агентств рынок топливных элементов стремительно растет: 2021г.-11.6 млрд.долл., 2022-2021г.-14 млрд.долл., 2023г.-17 млрд.долл., 2024г.-20,5 млрд.долл., 2025г.-24.8 млрд.долл..

Первоначально применявшиеся лишь в космической отрасли, в настоящее время топливные элементы все активнее используются в самых разных областях — как стационарные электростанции, автономные источники тепло- и электроснабжения зданий, двигатели транспортных средств, источники питания ноутбуков и мобильных телефонов. Часть этих устройств является лабораторными прототипами, часть проходит предсерийные испытания или используется в демонстрационных целях, но многие модели выпускаются серийно и применяются в коммерческих проектах.

#### Конкурентные преимущества:

отсутствие в настоящее время аналогов на российском рынке;  
преимущество продукта по сравнению с аналогами потенциальных конкурентов по стоимости, безопасности, ресурсу.  
устойчивый спрос продукта для потребностей как гос.организаций, так и физических лиц.

#### Коммерческие предложения

Поиск инвестора для создания промышленного образца и организации промышленного производства.



## Парокомпрессионные и бромистолитиевые тепловые насосы

### Характеристика

Тепловые насосы являются высокоэффективным энергосберегающим оборудованием для теплоснабжения объектов гражданского и промышленного назначения.

Парокомпрессионные тепловые насосы (ПКТН) позволяют при затратах 1,0 кВт·ч электроэнергии на практике получить 3÷5 кВт·ч коммерчески ценной тепловой энергии за счет преобразования больших количеств теплоты низкопотенциальных (до 40°C) источников тепла (НИТ: вода рек, озер, артезианских скважин, систем оборотного водоснабжения, бытовых и промышленных стоков, тепло окружающего воздуха, грунта и др.) в теплоту с температурой 70 °С и более. Возможно также использование НИТ с отрицательными температурами.

В абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосах (АБТН) используются НИТ с температурой не ниже 20°C, позволяющие при использовании теплоты водяного пара давлением до 0,9 МПа, либо теплоты дымовых газов от сжигания газообразного или жидкого топлива получить тепло с температурой до 90 °С, в котором в зависимости от конструктивного исполнения АБТН и условий эксплуатации доля НИТ составляет 40÷50%.

В качестве экологически чистых рабочих тел в ПКТН используются озонобезопасные хладоны, а в АБТН – водные растворы соли бромидов лития.

### Области применения

Тепловые насосы используются в качестве энерго-

эффективных экологически чистых теплоисточников для получения горячей воды на нужды отопления и горячего водоснабжения, для нагрева и охлаждения технологических сред в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве, агропромышленном и строительном комплексах. Социально значимой областью для применения ПКТН в последние годы становится малоэтажное домостроение, а для АБТН – энергоемкие промышленные технологии и три-генерация (совместная выработка тепла, холода и электроэнергии).

Тепловые насосы обоих типов с незначительными конструктивными изменениями могут целенаправленно использоваться в качестве холодильных машин с охлаждением незамерзающего теплоносителя до температур ниже 0°C, либо выше этого значения для систем кондиционирования. При этом тепло отводится в окружающую среду.

На базе ПКТН и АБТН реализованы энергоэффективные технологии по совместной выработке тепла и холода, где нагрев одного теплоносителя производится за счет охлаждения другого.

### Рынок

По экспертным оценкам агентства Fact.MR:

Мировой рынок тепловых насосов оценивается в ~\$ 47 млрд. в 2019 году. На отрасль тепловых насосов по-прежнему оказывают влияние продолжающиеся улучшения в производстве электроэнергии из возобновляемых источников, а также исследования по внедрению тепловых насосов в будущем.

Прогнозируется, что рынок тепловых насосов достигнет ~12% среднегодового темпа роста до 2029 года. Внедрение экологически чистых альтернатив

традиционным отопительным приборам для ограничения выбросов CO<sub>2</sub> продолжает способствовать внедрению тепловых насосов.

Восточная Азия будет оставаться ведущим рынком сбыта тепловых насосов, на долю которого приходится одна треть, благодаря возобновлению строительной деятельности и развитию инфраструктуры в регионе.

Более активное осуществление жесткой политики по ограничению выбросов парниковых газов в окружающую среду по всему миру, вероятно, откроет новые возможности для роста производителей тепловых насосов.

#### Конкуренты и преимущества

АБТН имеют ряд преимуществ, перед ПКТН:

- Экологическая безопасность за счет отказа от использования хладагентов на основе CFC (хлорфторуглерода) и HCFC (гидрохлорфторуглерода).
- Пониженный шум при работе оборудования, отсутствие вибраций.
- Отсутствие высокого давления в системе.
- Основные элементы не имеют быстро изнашивающихся движущихся частей.
- Высокая надежность установок.
- Низкая стоимость обслуживания.

#### Уровень и место практической реализации

Тепловые насосы ИТ СО РАН различных модификаций успешно эксплуатируются на предприятиях РФ:

На базе двух ПКТН (НТ-60 и НТ-70 суммарной мощностью 140 кВт) в Байкальском музее Иркутского научного центра Сибирского отделения РАН (п. Листвянка Иркутской области) создана теплонасосная установка, которая по итогам многолетней эксплуатации была рекомендована для использования в зоне оз. Байкал в качестве типового экологически чистого теплоисточника для децентрализованных систем отопления и горячего водоснабжения. В качестве НИТ использована вода оз. Байкал.

АБТН-600Т, установлены в тепличном комбинате ООО «Юг-Агро», Краснодарский край.

АБТН-2000Г, установка для нагрева воды для горячего водоснабжения на Новосибирском металлургическом заводе мощностью 1200 кВт.

АБТН-2000П, абсорбционная бромистолитиевая теплонасосная установка для нагрева питательной воды на Новосибирской ТЭЦ-4.

АБТН-3500П, абсорбционный бромистолитиевый тепловой насос мощностью 3500кВт, изготовлен для УК «Прокопьевскуголь».

АБТН-100Т, установлен в административном здании для кондиционирования и ГВС, мощность по холоду 100 кВт, по теплу 240 кВт, г. Симферополь.

Коллективу под руководством академика РАН В. Е. Накорякова присуждена Премия Правительства РФ в области науки и техники «За разработку и внедрение абсорбционных термотрансформаторов» (Распоряжение Правительства РФ от 20 февраля 2014 г. N 230-р).

#### Патентная защита

Патент № 156854 Узел глубокой утилизации теплоты сбросных продуктов сжигания топлива. Приоритет от 27.04.2015. Авторы: Шадек Е. П., Маршак Б.И., Горшков В.Г., Крыкин И.Н. Патентообладатель: ИТ СО РАН.

Патент № 157013 Абсорбционная бромисто-литиевая холодильная машина (АБХМ). Приоритет от 23.03.2015. Авторы: Степанов К.И., Мухин Д.Г. Патентообладатель: ИТ СО РАН.



## Институт лазерной физики СО РАН



### Лазерно-плазменные технологии для машиностроения, электроники и катализа

Лазерно-плазменные технологии позволяют многократно повысить износостойкость и ресурс ответственных деталей, элементов оборудования и металлоконструкций, подверженных интенсивному износу и коррозии, а также открывают новые возможности в разработке технологий и производстве режущего и штамповочного инструмента, суперконденсаторов и катализаторов.

Приоритетные направления применения:

- упрочнение поверхности деталей двигателей и трансмиссий транспортной техники;
- лазерно-плазменное упрочнение режущего инструмента и нанесение износостойких, антифрикционных покрытий на поверхности деталей в узлах трения;
- лазерно-плазменная обработка хладостойких сталей для машин строительной, дорожной и горнодобывающей техники, работающей в экстремальных условиях Арктики, а также в производстве металлоконструкций для нефте- и газодобывающих

платформ и транспортных сооружений, подверженных абразивному износу и коррозии.

По сравнению с РОМ (Trumpf) 5 кВт машинами «ЛПТУ-5.МФ.о» обеспечит 2-3 кратное увеличение производительности, а также возможность дополнительного применения лазерно-плазменной модификации поверхности деталей и/или синтеза сверхтвердых нанокompозитных покрытий.

Лазерно-плазменные технологии либо не имеют отечественных и зарубежных аналогов, либо существенно превосходят по техническим средствам и подходам.

Технологии, конструкции лазерных систем и технологических устройств защищены рядом патентов РФ - № RU 2 425 907 C2, № RU 2 416 673 C2, № 2062196, № RU 2 561 616 C2 и № RU 152 154 U1.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ: № 2014663131 и № 2014663128.

Важно: лазерно-плазменные технологии реализуются на российской лазерной технике с применением отечественных материалов и комплектующих и являются импортнезависимыми.

## Ультрафиолетовая лазерная система MEDILEX для офтальмологии

Ультрафиолетовая офтальмологическая лазерная система “MEDILEX” предназначена:

- для коррекции близорукости: от -0,5 D до -12 D, дальнозоркости: от +0,5 D до +8 D;
- миопического и гиперметропического астигматизма: до 3 D;
- эффективного лечения герпетического кератита и хирургии открытоугольной глаукомы.

Лазерная система “MEDILEX” позволяет осуществлять коррекцию зрения всеми известными в настоящее время методами, включающими фоторе-фракционную кератектомию (ФПК), «LASIK» и их модификации.

Основные преимущества лазерной системы MEDILEX:

В офтальмологической системе “MEDILEX” для проведения медицинских процедур предусмотрена возможность установки эксимерных KrCl и XeCl лазеров с длинами волн 222 нм и 308 нм, соответственно.

Система “MEDILEX” на основе эксимерного KrCl лазера, благодаря особенностям излучения с длиной волны 222 нм, обеспечивает:

- при проведении операций по коррекции аномалий рефракции
- более высокий клинический эффект, заключающийся в повышении точности коррекции и снижении вероятности помутнения роговицы;
- при лечении герпетического кератита значительно сокращаются сроки лечения и уменьшается количество рецидивов.

Система MEDILEX на основе эксимерного XeCl лазера при проведении операций по хирургии открытоугольной глаукомы позволяет:

- реализовать малоинвазивные ab-externo методики, что исключает вероятность повреждения оптической зоны глаза;
- производить разрезы склеральной ткани и абляцию трабекулы и десцеметовой мембраны глаза человека УФ лазерным излучением с малой площадью и травматичностью хирургического вмешательства и, тем самым, обеспечить более высокий клинический эффект, заключающийся в значительном снижении послеоперационных осложнений, связанных с воспалением и рубцеванием тканей глаза.

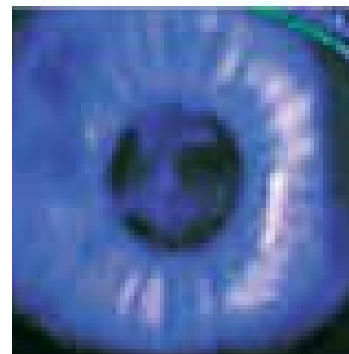
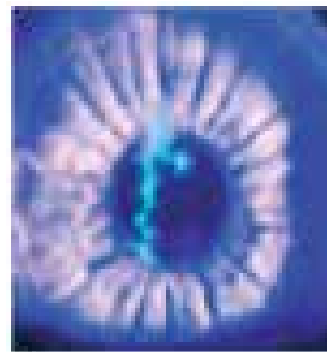
Лазерная установка “MEDILEX” характеризуется низкой стоимостью рабочей газовой смеси и экономична в работе. Рабочая газовая смесь предполагает использование как отечественных, так и зарубежных газовых компонент.

Технические характеристики

- Тип лазера: импульсный газоразрядный эксимерный ArF лазер/KrCl лазер/XeCl лазер
- Длина волны излучения: 193 нм/ 222 нм/ 308 нм
- Энергия в импульсе: 150 мДж (макс.)
- Частота следования импульсов: 1-50 Гц
- Длительность импульса: до 25 нс (в зависимости от лазера)
- Диаметр области испарения: варьируется по условиям проведения операции от 0,2 до 7 мм
- Плотность энергии на поверхности биологической ткани (склера, роговица, трабекула): варьируется по условиям проведения операции от 0,1 до 8 Дж/см<sup>2</sup>
- Питание: 220 В (50 Гц)
- Охлаждение: воздушное
- Потребляемая мощность: до 2,0 кВт
- Габариты: 1500 x 800 x 1250 мм
- Вес: 400 кг

Лицензия № 42/2002-0212-0024 от 08.02.2002 г. Регистрационное удостоверение Минздрав РФ № 29/10101299/1072-00 от 04.12.2000 г.

Сертификат соответствия № РОСС RU.МЕ41.В04217.



Фотографии роговицы глаза человека до лечения и через 5 дней после

## ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ЭЛЕКТРОНИКИ И КАТАЛИЗА

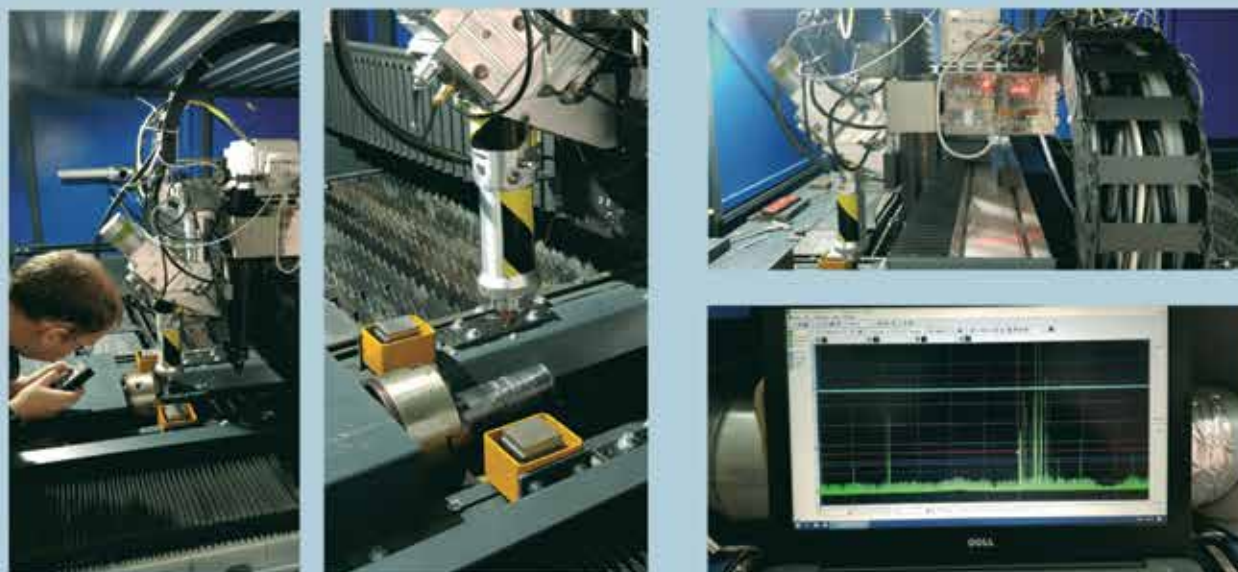


Лазерно-плазменные технологии позволяют многократно повысить износостойкость и ресурс ответственных деталей, элементов оборудования и металлоконструкций, подверженных интенсивному износу и коррозии, а также открывают новые возможности в разработке технологий и производстве режущего и штамповочного инструмента, суперконденсаторов и катализаторов.

### ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ :

- упрочнение поверхности деталей двигателей и трансмиссий транспортной техники;
- лазерно-плазменное упрочнение режущего инструмента и нанесение износостойких, антифрикционных покрытий на поверхности деталей в узлах трения;
- лазерно-плазменная обработка хладостойких сталей для машин строительной, дорожной и горнодобывающей техники, работающей в экстремальных условиях Арктики, а также в производстве металлоконструкций для нефте- и газодобывающих платформ и транспортных сооружений, подверженных абразивному износу и коррозии.

По сравнению с РОМ (Trumpf) 5 кВт машинами «ЛПТУ-5.МФ.о» обеспечит 2-3 кратное увеличение производительности, а также возможность дополнительного применения лазерно-плазменной модификации поверхности деталей и/или синтеза сверхтвердых нанокompозитных покрытий.



Лазерно-плазменные технологии либо не имеют отечественных и зарубежных аналогов, либо существенно превосходят по техническим средствам и подходам.

Технологии, конструкции лазерных систем и технологических устройств защищены рядом патентов РФ - № RU 2 425 907 C2, № RU 2 416 673 C2, № 2062196, № RU 2 561 616 C2 и № RU 152 154 U1.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ: № 2014663131 и № 2014663128.

**Важно:** лазерно-плазменные технологии реализуются на российской лазерной технике с применением отечественных материалов и комплектующих и являются импортнезависимыми.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирского отделения Российской академии наук

**ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ**

630090, г. Новосибирск, проспект Лаврентьева, 13/3

Телефон:(383) 333-24-89, факс:(383) 333-20-67 E-mail: bagayev@laser.nsc.ru URL: <http://www.laser.nsc.ru>

## ДВУХВОЛНОВОЙ ЛАЗЕРНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ «ЛАУРА-50»



Предназначен для использования в флебологии, дерматологии и эстетической медицине, позволяет проводить следующие процедуры:

- удаление поверхностных венозных и артериальных сосудов на лице и теле;
- лазерное неабляционное поверхностное дермальное омоложение благодаря наличию сверхдлинного импульса (улучшение тонуса, тургора и текстуры кожи);
- лечение акне методом глубокого бактериолиза на основе гомогенного фототермолиза;
- лечение гемангиом и "винных" пятен;
- лечение онихомикозов ногтей;
- эпиляция всех типов волос.

### ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ

- лазерное излучение доставляется к месту воздействия по оптическому волокну;
- оптический манипулятор имеет охлаждаемое сапфировое окно для проведения процедур на коже пациента;
- пилотный лазер, показывающий размер пятна и место воздействия, включается с панели управления;
- размер пятна на манипуляторе (от 2 мм до 10 мм в диаметре с шагом 2мм), выставляется с использованием специальных коллимирующих вставок;
- цветной сенсорный дисплей и процессорная система управления позволяет выставлять требуемые параметры лазерного излучения (длина волны 1,064 мкм и 0,532 мкм, длительность импульса, частота следования импульсов, плотность энергии) касанием изображения соответствующих символов на экране;
- самотестирование блоков и самокалибровка производится процессорной системой после включения аппарата.

Охлаждение лазера автономное.

Параметры пилотного лазера: 670 нм (красный), 3мВт.  
Электропитание не более: 20 В, 10 А.  
Размеры не более: 650 x 350 x 800 мм

Режим	Длина волны	Длительность импульса	Энергия минимальная	Энергия максимальная
Импульсный	1064 нм (ИК)	1- 200 мс	8 Дж	35 Дж
	532 нм (Зеленый)	1- 200 мс	0.18 Дж	7 Дж
	1064 нм (ИК)	50 - 700 мкс	0.15 Дж	7,4 Дж
	532 нм (Зеленый)	50 - 700 мкс	0.03 Дж	0,27 Дж

Аналогами аппарата "Лаура-50" являются косметологические аппараты следующих фирм: Asclepion, Ellipse Juvia, Fotona, ДЕКА, Sellas, ценовой диапазон которых 40000 - 80000 долларов.

По внешнему виду, дизайну и техническому исполнению, по количеству возможных косметических процедур "Лаура-50" не уступает ни одной из обозначенных моделей, а по характеристикам превосходит многие. Лазерным аппаратом "Лаура-50" можно проводить процедуры на 2-х длинах волн, что расширяет количество процедур, а ценовой диапазон более приемлем для России. Аппарат легче зарубежных аналогов и меньше по размеру. Гарантийное и постгарантийное обслуживание этих аппаратов производится быстрее и обходится дешевле.

**Лазерный аппарат сертифицирован**



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирского отделения Российской академии наук

**ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ**

630090, г. Новосибирск, проспект Лаврентьева, 13/3

Телефон:(383) 333-24-89, факс:(383) 333-20-87 E-mail: bagayev@laser.nsc.ru URL: http://www.laser.nsc.ru

# УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА "MEDILEX"<sup>®</sup> ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГИИ



Ультрафиолетовая офтальмологическая лазерная система "MEDILEX" предназначена:

- для коррекции близорукости: от -0,5 D до -12 D, дальнозоркости: от +0,5 D до +8 D;
- миопического и гиперметропического астигматизма: до 3 D;
- эффективного лечения герпетического кератита и хирургии открытоугольной глаукомы.

Лазерная система "MEDILEX" позволяет осуществлять коррекцию зрения всеми известными в настоящее время методами, включающими фоторефракционную кератэктомию (ФПК), «LASIK» и их модификации.

## ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ "MEDILEX"

В офтальмологической системе "MEDILEX" для проведения медицинских процедур предусмотрена возможность установки эксимерных KrCl и XeCl лазеров с длинами волн 222 нм и 308 нм, соответственно.

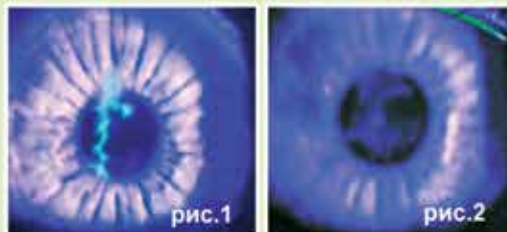


рис.1

рис.2

Система "MEDILEX" на основе эксимерного KrCl лазера, благодаря особенностям излучения с длиной волны 222 нм, обеспечивает:

- при проведении операций по коррекции аномалий рефракции - более высокий клинический эффект, заключающийся в повышении точности коррекции и снижении вероятности помутнения роговицы;
- при лечении герпетического кератита значительно сокращаются сроки лечения и уменьшается количество рецидивов.

Фотографии роговицы глаза человека: рис.1- до лечения, рис.2 - через 5 дней после лечения.

Система "MEDILEX" на основе эксимерного XeCl лазера при проведении операций по хирургии открытоугольной глаукомы позволяет:

- реализовать малоинвазивные ab-externo методики, что исключает вероятность повреждения оптической зоны глаза;
- производить разрезы склеральной ткани и абляцию трабекулы и десцеметовой мембраны глаза человека УФ лазерным излучением с малой площадью и травматичностью хирургического вмешательства и, тем самым, обеспечить более высокий клинический эффект, заключающийся в значительном снижении послеоперационных осложнений, связанных с воспалением и рубцеванием тканей глаза.

Лазерная установка "MEDILEX" характеризуется низкой стоимостью рабочей газовой смеси и экономична в работе. Рабочая газовая смесь предполагает использование как отечественных, так и зарубежных газовых компонент.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тип лазера	Импульсный газоразрядный эксимерный ArF лазер/KrCl лазер/XeCl лазер
Длина волны излучения	193 нм/ 222 нм/ 308 нм
Энергия в импульсе	150 мДж (макс.)
Частота следования импульсов	1-50 Гц
Длительность импульса	до 25 нс (в зависимости от лазера)
Диаметр области испарения	Варируется по условиям проведения операции от 0,2 до 7 мм
Плотность энергии на поверхности биологической ткани (склера, роговица, трабекула)	Варируется по условиям проведения операции от 0,1 до 8 Дж/см <sup>2</sup>
Питание	220 В (50 Гц)
Охлаждение	воздушное
Потребляемая мощность	до 2,0 кВт
Габариты	1500x800x1250 мм
Вес	400 кг



Лицензия № 42/2002-0212-0024 от 08.02.2002 г. Регистрационное удостоверение Минздрав РФ № 29/10101299/1072-00 от 04.12.2000 г. Сертификат соответствия № РОСС RU.ME41.B04217.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирского отделения Российской академии наук

## ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

630090, г. Новосибирск, проспект Лаврентьева, 13/3

Телефон:(383) 333-24-89, факс:(383) 333-20-67 E-mail:bagayev@laser.nsc.ru URL:http://www.laser.nsc.ru



# ЛАЗЕРНЫЙ РАСКРОЙ ЭЛЕМЕНТОВ КАРДИОВАСКУЛЯРНЫХ ПРОТЕЗОВ



Установка предназначена для изготовления элементов искусственных клапанов сердца и кардиоваскулярных протезов из перикардиальной ткани.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ

- измерение толщины перикардиальной ткани с точностью 5 микрон;
- создание на экране монитора карты лоскута, где зона определенной толщины выделяется соответствующим цветом;
- автоматизированное размещение контуров вырезаемых элементов на карте лоскута в соответствии с заданной для элементов толщиной;
- кондиционирование (удаление ворсистой) фиброзной поверхности перикардиальной ткани;
- раскрой всех размещенных элементов или вырезание элементов, выделенных оператором.

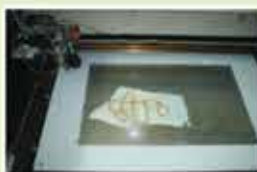
## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ

Управление работой установки осуществляется с помощью компьютера. Лоскут влажной перикардиальной ткани размещается на поверхности координатного стола. Портальный механизм с размещенной на нем головкой для измерения толщины производит планшетное сканирование перикардиальной ткани с шагом 2 мм.

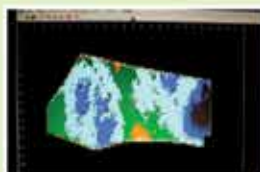
По результатам измерения программа строит карту лоскута с выделением цветом зон равной толщины. Раскладка элементов кардиопротезов на участках с соответствующей толщиной.

Кондиционирование участков размещения элементов кардиопротезов.

По команде оператора выполняется раскрой ткани лазерным лучом.



Лоскут после раскроя



Цветовая карта лоскута



Створки клапана, вырезанные на лазерной установке



Искусственные клапаны сердца, сшитые из вырезанных лазером элементов

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон измерения толщины ткани	0,1 ... 1,4 мм
Размеры лоскута перикардиальной ткани	210 x 290 мм
Тип лазера – газовый	CO <sub>2</sub>
Длина волны излучения	10,6 мкм
Питание	220В/50 Гц
Потребляемая мощность	500 Вт
Скорость раскроя	1,6м/мин
Габариты, мм	900x850x650
Вес установки	91 кг

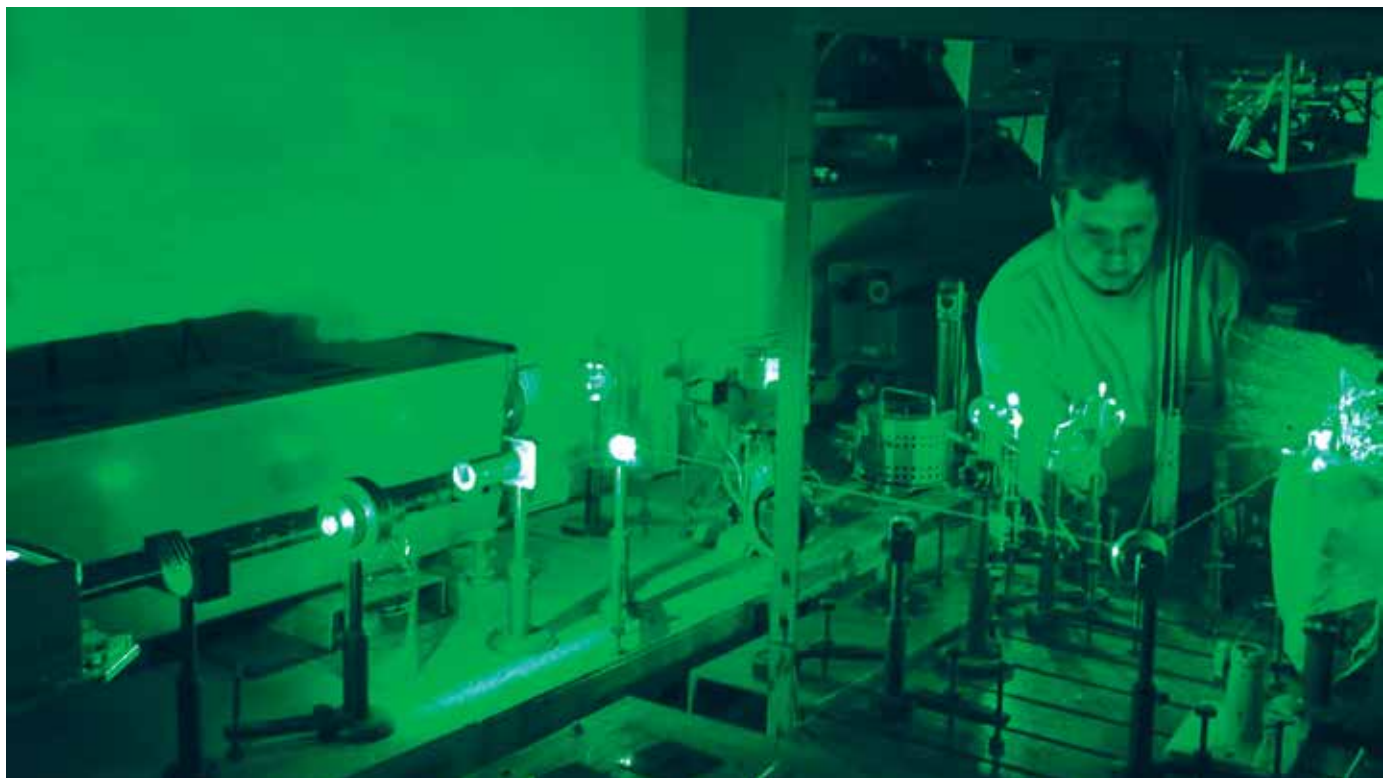


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирского отделения Российской академии наук

**ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ**

630090, г. Новосибирск, проспект Лаврентьева, 13/3

Телефон:(383) 333-24-89, факс:(383) 333-20-67 E-mail:bagayev@laser.nsc.ru URL:http://www.laser.nsc.ru



**Институт автоматики  
и электрометрии СО РАН**





## ВОЛОКОННЫЙ САМОСКАНИРУЮЩИЙ ЛАЗЕР ДЛЯ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ СПЕКТРОСКОПИИ

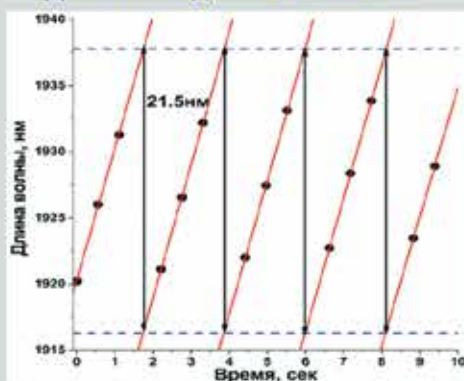
Одночастотный волоконный лазер с широким диапазоном перестройки



Принципиальные отличия лазера от аналогов:

- Отсутствие каких-либо перестроочных и механических элементов;
- Полностью волоконное исполнение;
- Большой диапазон перестройки длины волны;
- Малая ширина линии генерации вплоть до одной продольной моды;
- Возможность фиксирования длины волны генерации.

Динамика длины волны  $\lambda$ .



Технические характеристики

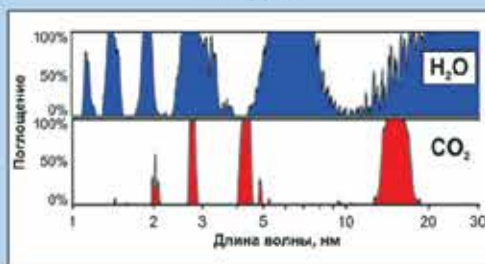
- Область сканирования  $\lambda$ : от 1900 до 1950 нм;
- Диапазон сканирования  $\lambda$ : от 1 до 25 нм;
- Скорость сканирования  $\lambda$ : от -0.15 до +5 нм/сек;
- Возможность работы на фиксированной  $\lambda$ : в диапазоне от 1912 до 1923 нм;
- Мгновенная ширина линии генерации: <1 МГц при времени измерения 5 мкс;
- Поляризация: линейная, отношение осей 1:100;
- Модовый состав: фундаментальная мода;
- Средняя выходная мощность: до 250 мВт в пучке и до 5 мВт в волокне;
- Размер: 35x22x11 см<sup>3</sup>;
- Масса: менее 5 кг.

\*конкретные параметры определяются потребностями заказчика

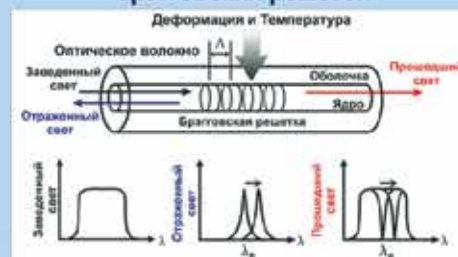
Области применения:

все виды спектрального анализа в области 2 мкм для характеристики:

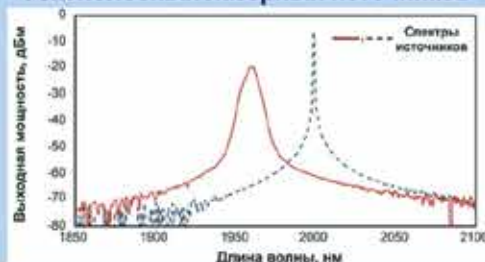
Газов



Датчиков на основе волоконных брэгговских решеток



Узкополосных лазерных источников



Оптических элементов

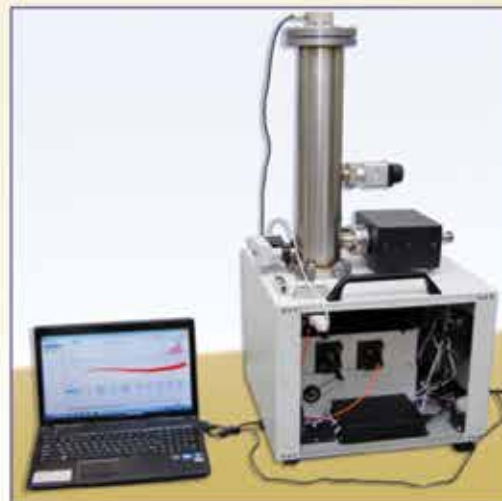


## БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ АБСОЛЮТНЫЙ ГРАВИМЕТР ДЛЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ ГАБЛ-П

**Принцип действия** гравиметра основан на методе свободного падения пробного тела в вакууме с интерферометрическим определением параметров его движения. В качестве источника света в интерферометре применен оптический стандарт с длиной волны излучения  $\lambda = 532$  нм, состоящий из Nd:YAG-лазера стабилизированного по йоду, с рабочей длиной волны 532 нм.

### Основные характеристики:

- ♦ возможность работы в полевых условиях, как от генератора переменного тока, так и от автомобильного аккумулятора;
- ♦ время для подготовки прибора к измерениям на пункте: не более 2 часов;
- ♦ общее время наблюдений: 4-6 часов в зависимости от внешних условий;
- ♦ управление всеми узлами и юстировкой гравиметра, требуемые вычислительные процедуры осуществляются с помощью портативного компьютера типа Notebook через USB-порт;
- ♦ предусмотрены режимы удаленного управления юстировкой и работой прибора по локальной или беспроводной сети, а также через Интернет;
- ♦ инструментальная среднеквадратическая погрешность измерения абсолютного значения ускорения силы тяжести гравиметром не превышает  $\pm 5 \times 10^{-9}$  м/с<sup>2</sup> (5 мкГал).



Испытания прибора, проведенные в 2009 г., показали, что гравиметр сохраняет свои технические характеристики в температурном диапазоне от 0 до +32°C и атмосферном давлении от 650 до 780 мм. рт. ст.

**Области применения:** эталон силы тяжести при определении абсолютных величин физических единиц, создание астрономо-геодезических сетей, исследование геодинамических характеристик Земли, георазведка и мониторинг добычи ископаемых.

В различных точках Земли гравиметрами различных модификаций серии ГАБЛ создано более 50 опорных пунктов высшей точности в диапазоне широт от +68 (Финляндия) до -43 градусов (Тасмания) для мировой и ряда национальных гравиметрических сетей.



## СТЕНД ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

### Назначение:

Разработка и отладка систем автоматического управления (САУ) летательными аппаратами (ЛА)

### Решаемые задачи:

- ◆ Построение математических моделей САУ;
- ◆ Разработка алгоритмов и программ САУ;
- ◆ Моделирование поведения ЛА;



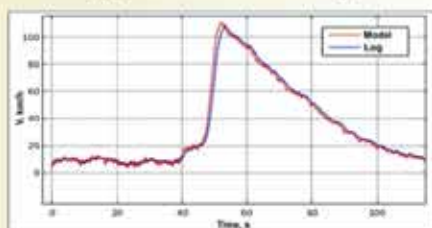
Рабочие места пилота и инженера (фрагмент комплекса)

### Возможности:

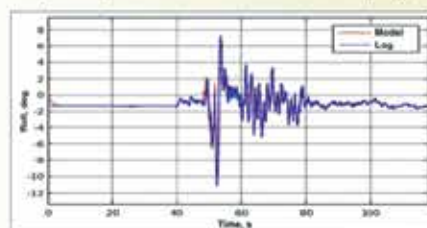
- ◆ Комплексная отладка алгоритмов управления;
- ◆ Подготовка полетных заданий;
- ◆ Тренажер пилота и оператор БПЛА
- ◆ Визуальное моделирование полета ЛА;
- ◆ Ввод полетного задания;
- ◆ Архивирование и просмотр данных телеметрии



Видеокадр пилота при заходе на посадку (изображение с носовой камеры)



Сравнение модельных и экспериментальных данных (приборная скорость и угол крена)



## УПРАВЛЕНИЕ АВТОНОМНЫМИ РОБОТАМИ

### Основные решаемые задачи:

- ◆ траекторное управление;
- ◆ групповое управление;
- ◆ разработка алгоритмов определения местоположения при движении в заранее неизвестной среде;
- ◆ планирование траектории движения при обходе препятствий.



Для управления подвижными объектами – автономными мобильными роботами, предложены оригинальные принципы формирования управляющих параметров, обеспечивающих движение по заданным траекториям, а также поддержание требуемого расположения роботов в группе.

Предложены новые методы обхода препятствий, оценивания и компенсации погрешности алгоритмов определения местоположения при автономном движении робота в заранее неизвестной среде.



# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (на примере управления движением поездов метрополитена)

## ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ:

### Уровни иерархии:

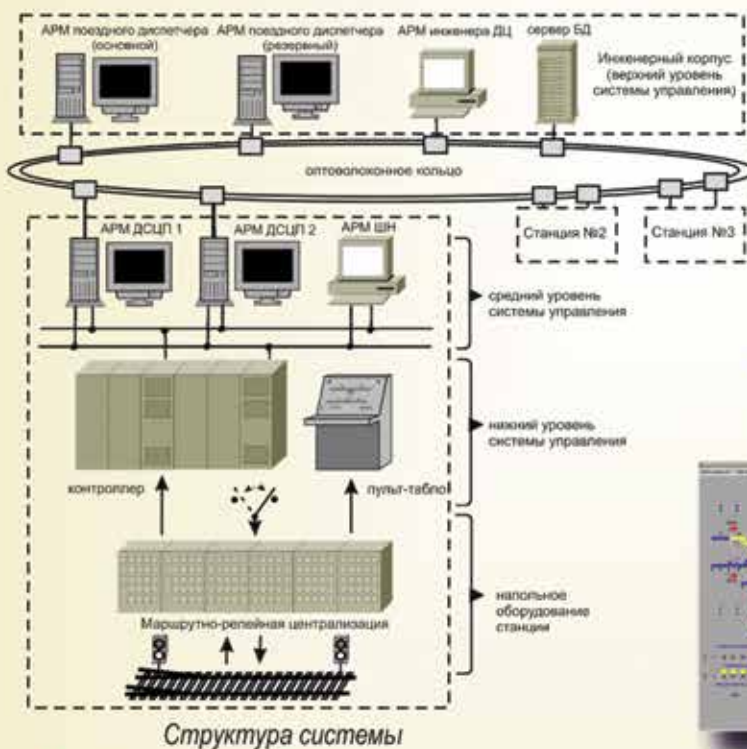
- ♦ диспетчерское управление;
- ♦ локальное управление;
- ♦ исполнительное оборудование и локальная автоматика

### Функции системы:

- ♦ протоколирование действий оперативного персонала, внешних событий и функционирования аппаратуры;
- ♦ предоставление оператору средств управления технологическими объектами;
- ♦ контроль правильности действий оператора и поддержка системы подсказок;
- ♦ сбор, обработка информации и представление оператору состояния технологических объектов в режиме реального времени;
- ♦ просмотр в динамическом режиме состояния устройств автоматики и поездной ситуации на станции за любой период времени (в том числе и в режиме реального времени).



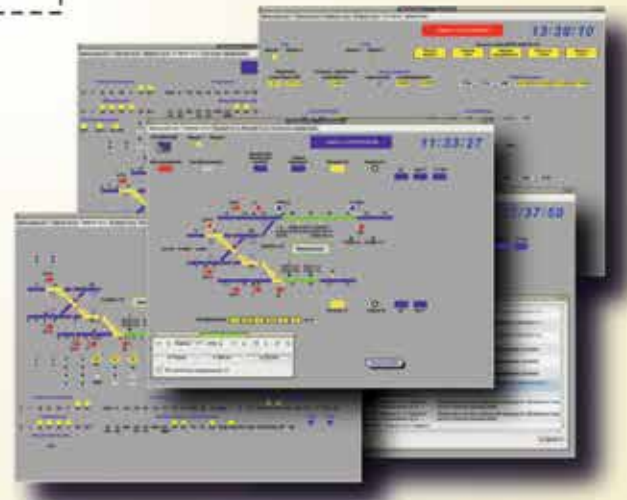
Автоматизированное рабочее место оператора



Структура системы

### Типовые характеристики локальной подсистемы:

- ♦ порядка 100 управляющих сигналов;
- ♦ порядка 500 точек контроля;
- ♦ цикл контроллера – 10 мс,
- ♦ период сбора данных – 100 мс.



Примеры видеокладов

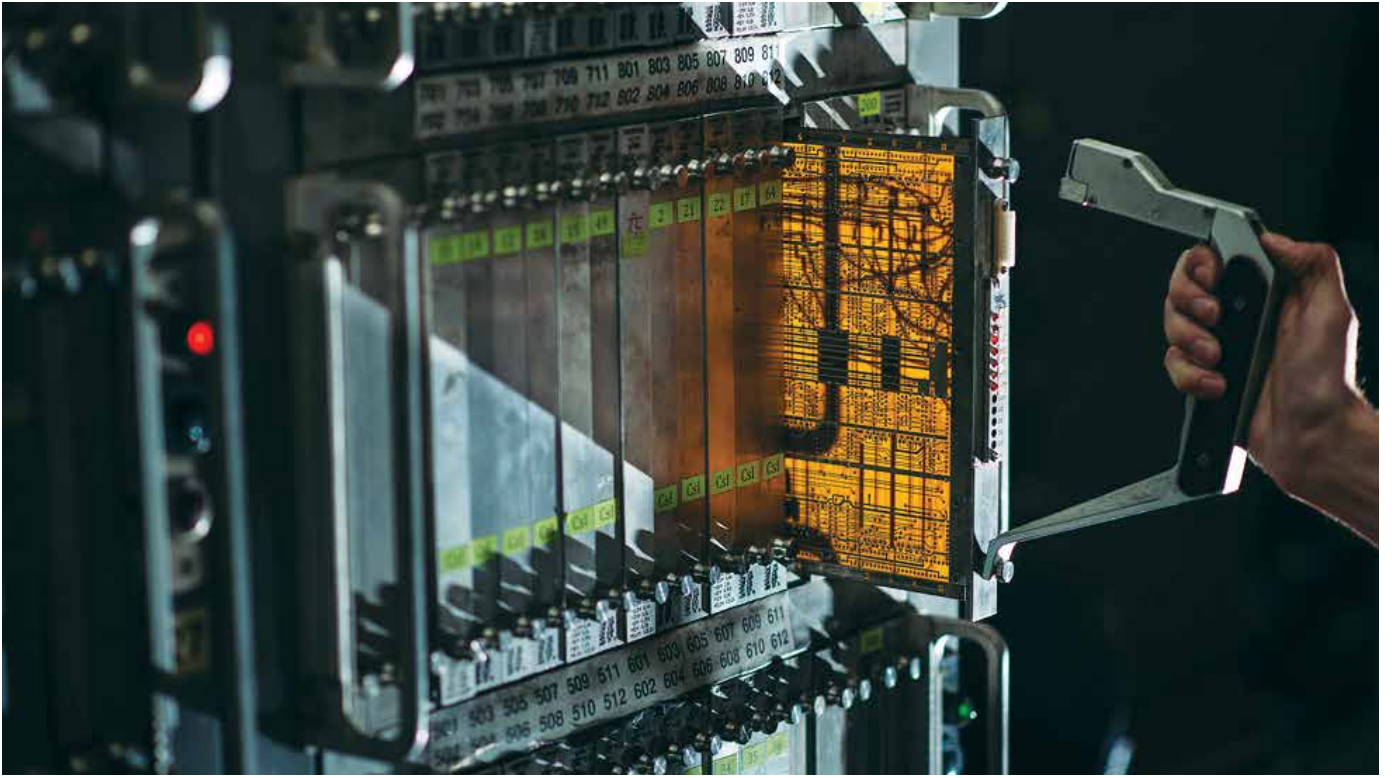
### Отличительные особенности:

- ♦ многоплатформенность (GNU/Linux, Windows, QNX);
- ♦ многоуровневый контроль действий оператора;
- ♦ использование открытых стандартов;
- ♦ резервируемость;
- ♦ масштабируемость;
- ♦ модульность;

Проведено поэтапное переоборудование всех станций Новосибирского метрополитена

Государственная премия Новосибирской области «За разработку и внедрение в эксплуатацию автоматизированной системы диспетчерского управления движением поездов Новосибирского метрополитена»  
(Постановление Губернатора Новосибирской области N 92 от 30 мая 2014 г.)





**Федеральный исследовательский  
центр «Институт вычислительных  
технологий»**



## ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ОБСЛЕДОВАНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR NON-DESTRUCTIVE ENGINEERING AND SEISMOMETRICAL MONITORING AND INSPECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

#### Назначение

- Экспресс-обследование
- Детальное сейсмометрическое обследование
- Постоянный контроль технического состояния зданий и сооружений

#### Преимущества

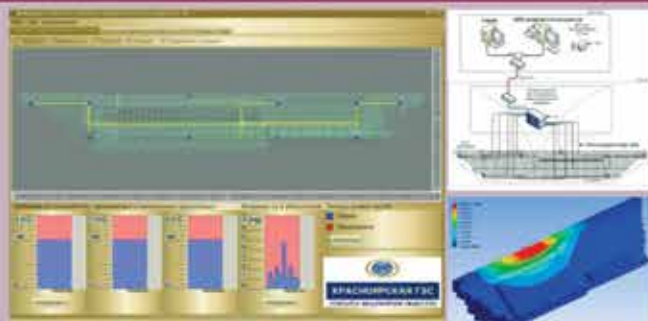
- Регистрация колебаний под воздействием микро-сейсмического фона естественного и техногенного характера
- Определение и анализ изменения динамических характеристик зданий и сооружений
- Определение упругих характеристик несущих конструкций и условий сопряжения фундаментов здания или сооружения с грунтовым основанием

#### Автоматизированная система мониторинга и регистрации землетрясений плотины Красноярской ГЭС

Automated monitoring and earthquake  
registration system of  
Krasnoyarsk Hydro Power Station

#### Программно-аппаратный комплекс сейсмометрического мониторинга ответственных зданий и сооружений

Firmware of seismometric monitoring  
for buildings and structures



Разработан и проходит эксплуатацию с 2010 г. на Красноярской ГЭС Программно-аппаратный комплекс мониторинга и регистрации землетрясений.

Технология апробирована при обследовании более 70 зданий и сооружений различного назначения – плотины ГЭС, мосты, высотные здания, фундаментные плиты (Россия, Германия, Швейцария)

Технология обеспечения безопасной эксплуатации ответственных объектов соответствует требованиям ГОСТ Р 53778-2010 и ГОСТ Р 54859-2011

**Предложение:** разработка, изготовление, запуск и сопровождение инженерно-сейсмометрических комплексов мониторинга технического состояния зданий и сооружений.

Разработана и запатентована технология и комплекс технических и программных средств для неразрушающего инженерно-сейсмометрического мониторинга и оценки технического состояния особо опасных, технически сложных и уникальных объектов в условиях внешних воздействий

### Назначение

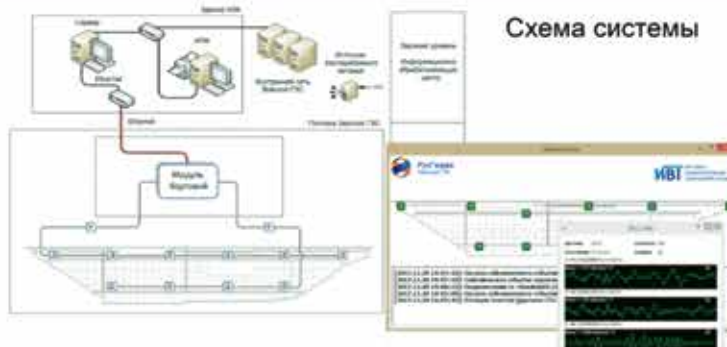
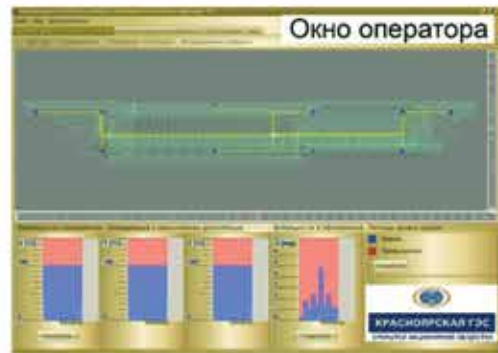
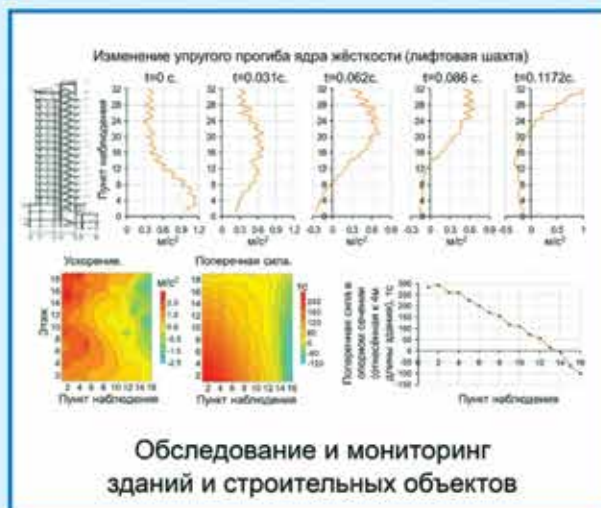
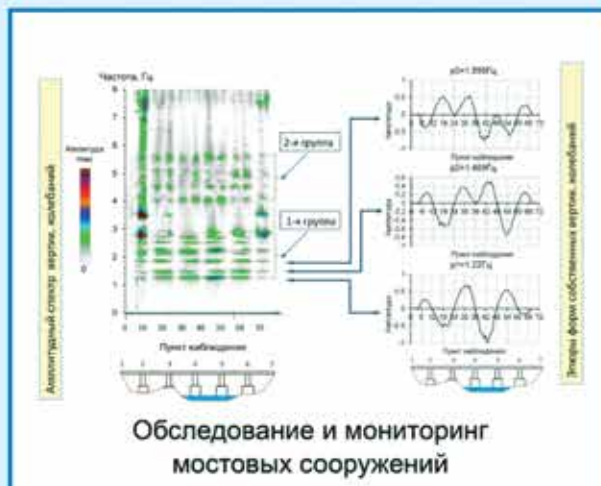
- Экспресс-обследование
- Детальное сейсмометрическое обследование
- Непрерывный контроль технического состояния зданий и сооружений

### Возможности

- Регистрация колебаний под воздействием микросейсмического фона естественного и техногенного характера
- Определение и анализ изменения динамических характеристик зданий и сооружений
- Определение упругих характеристик несущих конструкций и условий сопряжения фундамента здания или сооружения с грунтовым основанием

### Внедрения

- Красноярская ГЭС
- Зейская ГЭС
- Нижнекамская ГЭС
- Богучанская ГЭС



Обследование и мониторинг плотин гидроэлектростанций

## ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ЦУНАМИОПАСНОСТИ ПОБЕРЕЖЬЯ

### TECHNOLOGY AND SOFTWARE FOR EXPERT EVALUATION OF TSUNAMI HAZARD OF A COAST

Разработана технология и создано программное обеспечение для расчета характеристик проявления волн цунами у побережья путем численного моделирования процессов генерации и распространения волн в акваториях с реальными рельефом дна и контуром береговых линий.

В результате проведения расчетов определяются: высоты волн и поля скоростей в заданные моменты времени; волнограммы, рассчитанные в заданном наборе пунктов; диаграммы направленности энергии – поля распределений максимальных и минимальных высот волн во всей расчетной области, а также другие энергетические характеристики, необходимые для экспертной оценки цунамиопасности защищаемого побережья.

ICT SB PAS developed technology and software for computation of parameters of tsunami waves at a coast by numerical modeling of generation and propagation of waves processes in water areas with real-life seabed features and contours of coastline. The computation yields wave heights and velocity fields at a given time, wave-gauge records, energy direction diagram as well as other energy parameters needed for expert evaluation of tsunami hazard at a safeguarded coast.

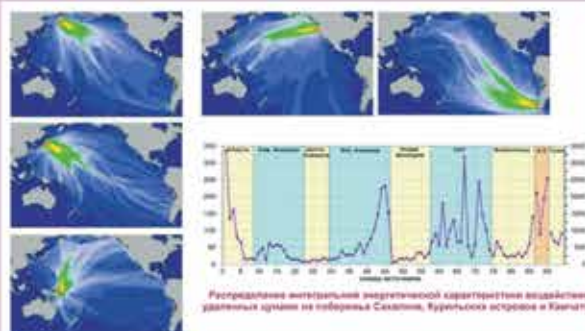
#### Преимущества разработки:

- простота освоения и проведения расчетов, наглядность представления результатов
- решение широкого класса проблем цунамирайонирования
- использование реальных данных о рельефе дна и контуре береговых границ
- выполнение расчетов на современных высокопроизводительных вычислительных системах

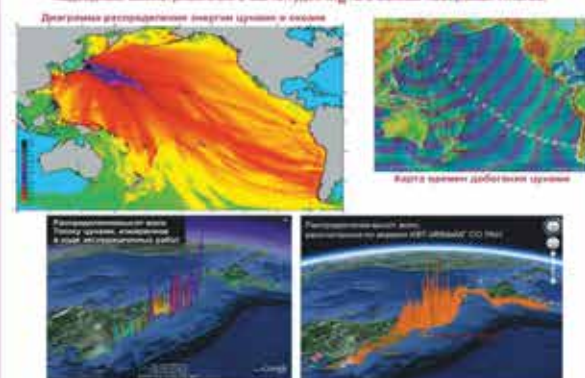
Программные комплексы являются завершенным программным продуктом и используются организациями Росгидромета для совершенствования национальной системы предупреждения о цунами, а также в научных исследованиях профильных институтов РАН

**Авторские и имущественные права на Программы для ЭВМ зарегистрированы в ФИПС**

Институт вычислительных технологий СО РАН и Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН выполняют совместную работу по оценке цунамиопасности Дальневосточного побережья России и по созданию численных моделей реальных цунами последних лет, произошедших в различных регионах Мирового океана.

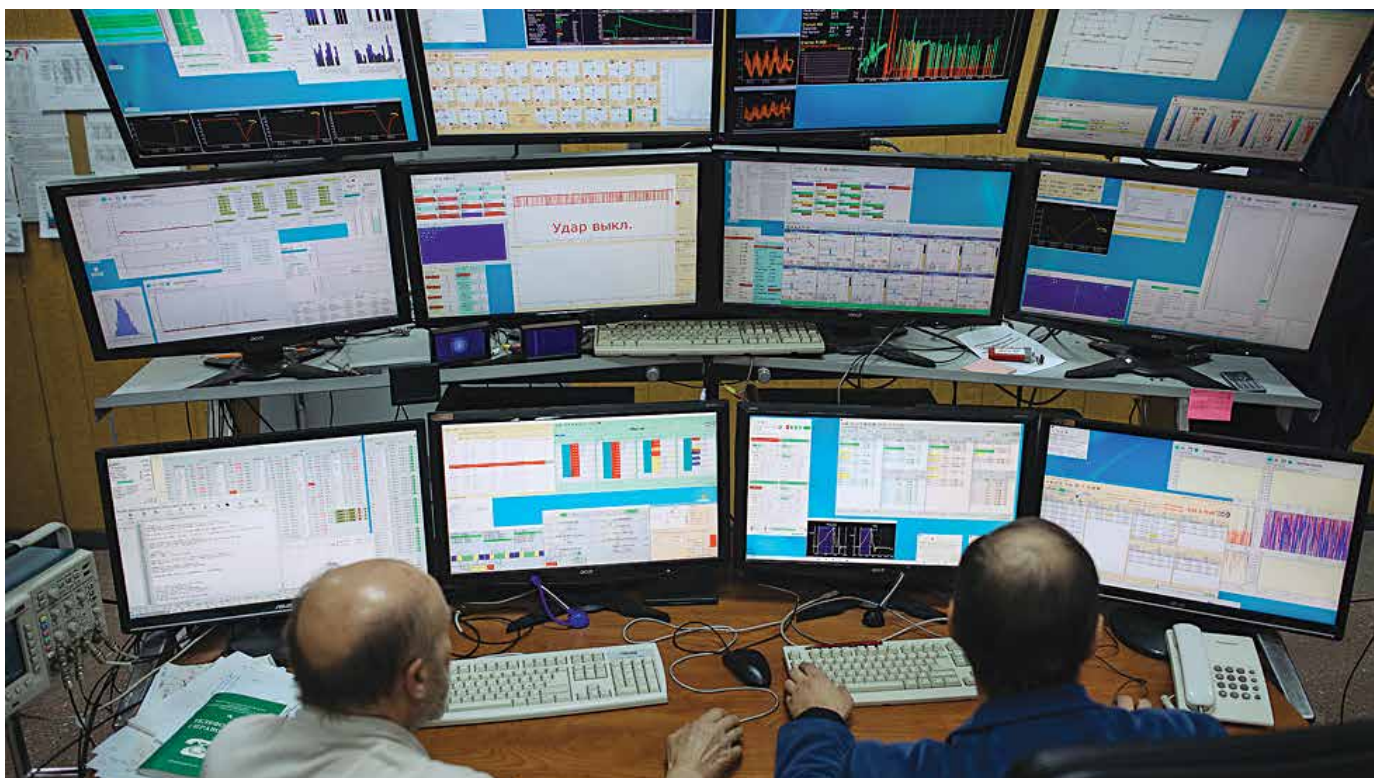


Результаты моделирования Тохоку цунами 11.03.2011, вызванного сильнейшим подводным землетрясением с магнитудой  $M_w=9.0$  у побережья Японии



#### Потенциальные потребители:

Организации и учреждения, выполняющие работы по снижению ущерба от катастрофических волн цунами, обеспечению безопасности прибрежных гидротехнических сооружений повышенного риска на стадии проектирования и эксплуатации, а также специалисты, ведущие исследования по проблеме цунами и цунамирайонирования побережья Мирового океана

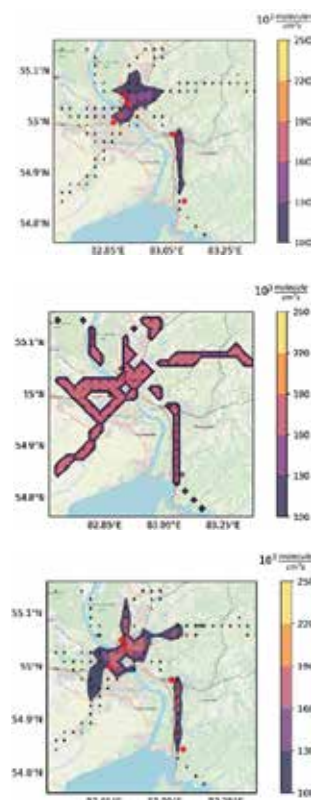


## Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН

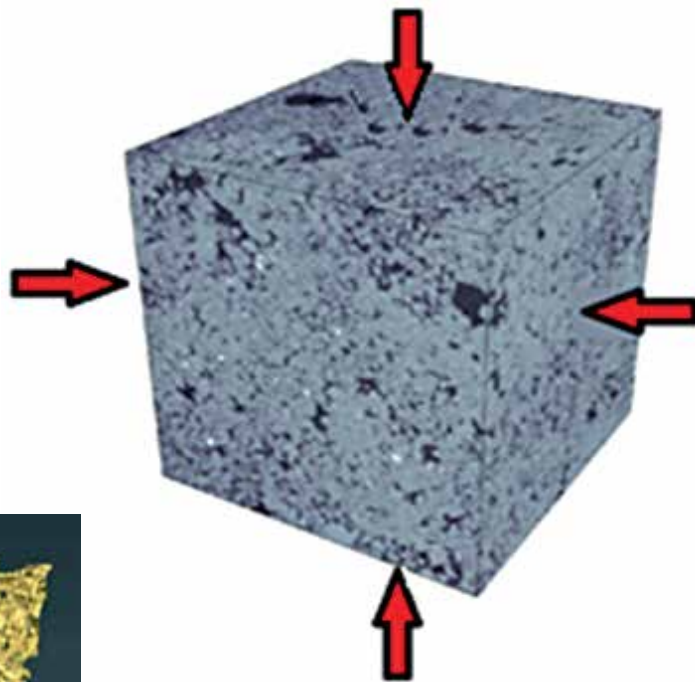
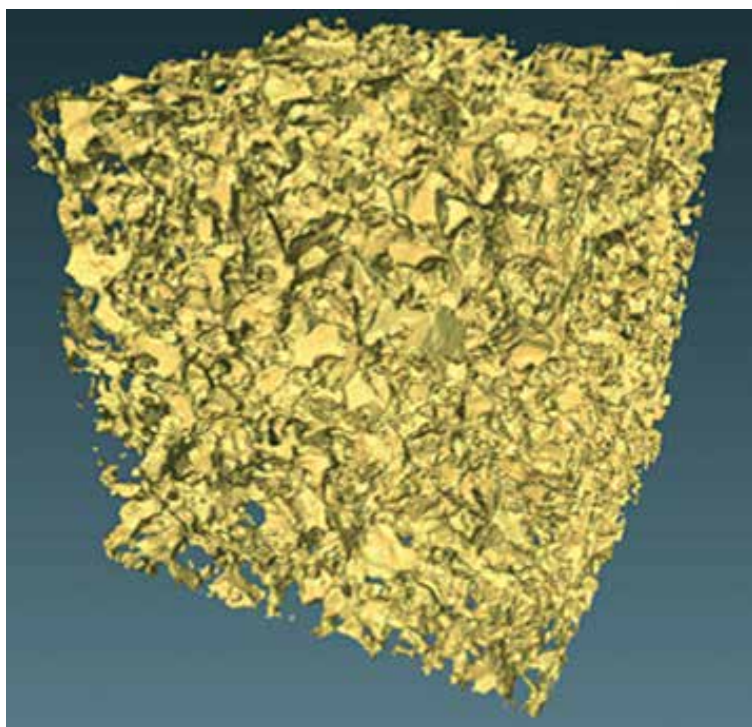


### Новый алгоритм решения обратной задачи идентификации источников в моделях процессов адвекции – диффузии – реакции на основе операторов чувствительности целевых функционалов по данным измерений типа изображений

Для нестационарных моделей переноса и трансформации примесей в атмосфере (моделей адвекции-диффузии-реакции) различной пространственной размерности разработан алгоритм идентификации (обнаружения) источников на основе операторов чувствительности набора целевых функционалов. Конструкция алгоритма обеспечивает единообразную работу с различными типами данных наблюдений, включая результаты контактных измерений и данные типа изображений, получаемые системами дистанционного зондирования. Алгоритм естественным образом распараллеливается, что допускает его эффективную реализацию на современных ЭВМ. Анализ оператора чувствительности задачи позволяет предварительно оценить возможность решения обратной задачи по имеющимся данным измерений. На рис. 1 представлен результат сценарного расчета по идентификации источников загрязнений.



Сценарий для Новосибирска. Сравнение результатов идентификации стационарных источников оксида азота из выхлопных газов (а) по модельным данным измерений вторичного загрязнителя (озона) на пяти официальных постах мониторинга (красные точки) с их заданным распределением (б). Предварительная оценка решения обратной задачи по имеющимся данным измерений (в).




Цифровой образец ядра (а) и математическое моделирование физического эксперимента (б)

### Новый метод определения эффективного тензора жесткости методом «виртуального эксперимента» с цифровыми двойниками ядра

В настоящее время широко используемый подход для определения упругих характеристик образцов ядра состоит в проведении дорогостоящих трудо/время затратных физических лабораторных экспериментов. Разработан альтернативный подход, основанный на математическом моделировании «виртуального эксперимента» по цифровым 3D изображениям компьютерной томографии образцов ядра. Метод основан на вычислении энергии упругих деформаций для статической задачи теории упругости с граничными условиями имитирующими реальный физический эксперимент и позволяет определить все компоненты тензора жесткости, что не всегда удается сделать при лабораторных измерениях.

Особенностью алгоритма является новая схема решения задач статического нагружения образца методом установления. В связи с большой размерностью задачи её решение невозможно без использования современных высокопроизводительных вычислительных систем с параллельной архитектурой, что потребовало разработки специализированного программного обеспечения на основе MPI+OpenMP.



Россия  
630090, г. Новосибирск  
пр. Акад. Лаврентьева, 17

+7 (383) 217-45-78  
[sverchkovsr@sb-ras.ru](mailto:sverchkovsr@sb-ras.ru)

Дизайн – Анастасия Голышева