

# КАТАЛОГ

научно-технических  
разработок

Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет

# КАТАЛОГ

научно-технических  
разработок





**БИОТЕХНОЛОГИИ  
И МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ**



## Терапевтический аппарат для лучевой терапии на базе малогабаритного бетатрона

### Назначение

Новый терапевтический аппарат предназначен для лучевой терапии больных с поверхностными доброкачественными и злокачественными новообразованиями, а также для интраоперационной лучевой терапии.

### Текущая стадия

Мелкосерийное производство.

### Резюме

Целью проекта является разработка и организация серийного производства нового терапевтического аппарата, предназначенного для лучевой терапии больных с поверхностными доброкачественными и злокачественными новообразованиями, а также для интраоперационной лучевой терапии. Оснащение онкологических клиник подобной аппаратурой сильно ограничивается высокой стоимостью комплексов, в основном зарубежного производства на базе линейных волноводных ускорителей.

### Комплекс на базе бетатрона

будет иметь относительно низкую стоимость по сравнению с аналогичными комплексами на базе линейных ускорителей. Кроме того, бетатрон как источник быстрых электронов, проще в эксплуатации и обслуживании, что сокращает затраты на эти виды работ, которые для существующих аппаратов составляют до 10 % в год от их общей стоимости. Серийно-выпускаемых комплексов для лучевой терапии пучком ускоренных электронов на ос-



нове малогабаритных бетатронов в мировой практике не имеется. В ТПУ были изготовлены малогабаритные бетатроны с выведенным пучком электронов. Эти бетатроны в настоящее время эксплуатируются в Сибирском государственном медицинском университете, НИИ онкологии СОРАМН (г. Томск), Челябинском онкологическом диспансере (г. Челябинск), Онкологическом центре Ардена госпиталя университета Ковентри (г. Ковентри, Великобритания).

## Нанoeлектроды и аппаратура для съема биопотенциалов человека

### Назначение

Производство высокостабильных, малозумящих, помехоустойчивых нанoeлектродов многократного и одноразового применения на базе пористой керамики для съема биопотенциалов человека и аппаратуры с повышенной разрешающей способностью (как по уровню, так и по частотному диапазону) на их основе для широкого применения в медицине с целью раннего выявления патологических состояний различных органов и систем человека.

### Текущая стадия

Разработаны медицинские нанoeлектроды для: электрокардиографии, электроэнцефалографии, электромиографии, электроокулографии, исследования кожно-гальванической реакции.



Грудные присасывающиеся нанoeлектроды ЭСК – 01/н для целей электрокардиографии

Для измерения сигналов, имеющих уровень долей, единиц и нескольких десятков мкВ впервые разработана измерительная аппаратура нановольтового и микровольтового уровня, работающая в широкой полосе частот.

### Перечень аппаратуры

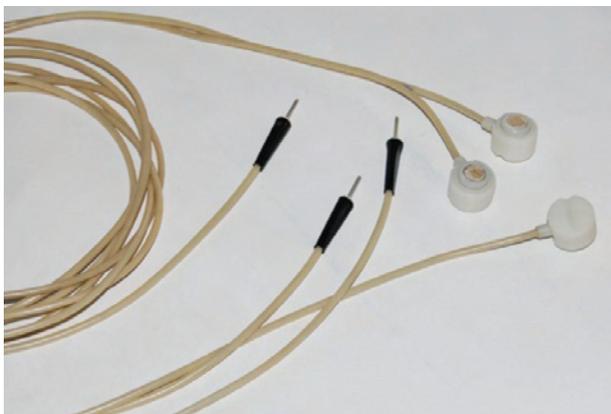
- грудной присасывающий электрод для электрокардиографии ЭСК-01/н; конечностные нанoeлектроды, которые фиксируются на груди и конечностях с помощью резинового пояса и ремней для электрокардиографии ЭСК-03/н1 и ЭСК-03/н2; конечностные нанoeлектроды с зажимом типа «клипса» для электрокардиографии ЭСК – 02/н1 и ЭСК-02/н2; электроэнцефалографические нанoeлектроды ЭСЭГ-1/н2; нанoeлектроды с кнопочным отведением различных типоразмеров для электромиографии, электроокулографии и электрокардиографии ЭСМГ-1/н1, ЭСМГ-1/н2, ЭСМГ-1/н3, ЭСМГ-1/н4;
- одноразовые нанoeлектроды для электрокардиографии и исследования кожно-гальванической реакции ЭСО-ЭКГ-01/н;
- аппаратно-программный комплекс на нанoeлектродах для оценки физического и психоэмоционального состояния обучающихся «Полидиагностика – 31нано»;
- 12-канальный электрокардиограф на нанoeлектродах «Электрокардиограф – 12нано»;
- 21-канальный электроэнцефалограф на нанoeлектродах «Электроэнцефалограф – 21нано»;
- 3-х канальный кардиомонитор на нанoeлектродах для исследования сердца по Холтеру «Кардиомонитор – 3нано»;
- наручный кардиомонитор на нанoeлектродах

для постоянного наблюдения за состоянием сердца человека в постинфарктном состоянии «Наручный кардиомонитор – 1нано»;

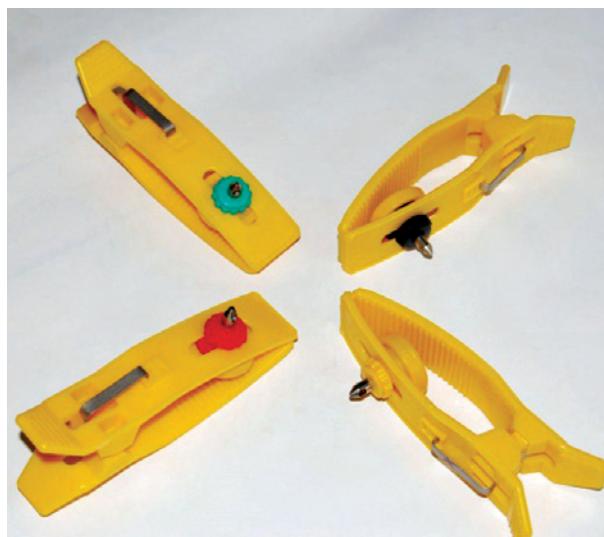
- семейный электрокардиограф на наноэлектродах с базой данных «Электрокардиограф – 3нано»;
- полиграф на наноэлектродах.

## Резюме

Разработанные наноэлектроды и аппаратура позволяют выявить ранние незначительные сдвиги нановольтового и микровольтового уровня в биоэлектрической активности сердечно-сосудистой системы человека и других органов и тканей человека и определить связь этих изменений с обменными процессами, происходящими в организме, своевременно найти пути восстановления состояния здоровья человека.



1. Наноэлектроды для электроэнцефалографии ЭСЭГ-1/н2
2. Наноэлектроды конечностные типа «клипса» ЭСК-02/н1 в сборке
3. Наноэлектроды приклеивающиеся с кнопочным отведением для электромиографии, электрокардиографии и электроокулографии



## Гибридные материалы и покрытия для бионженерии тканей

### Назначение

Развитие и совершенствование гибридных методов формирования биомиметических материалов и покрытий для биоинженерии тканей. Данные материалы могут с успехом применяться при различных стратегиях тканевой инженерии: тканевая инженерия с применением фармпрепаратов, клеток, ростовых факторов, тканевая инженерия в биореакторе, тканевая инженерия в донорском ложе.

### Текущая стадия

- разработаны технологии формирования тонких кальций-фосфатных покрытий вакуумными ионно-плазменными методами;
- разработаны технологии формирования многослойных покрытий, состоящих из оксидного подслоя и биоактивного кальций-фосфатного покрытия;
- разработан композитный материал на основе фторуглеродных пластиков, обладающий вы-

сокой пористостью и эластичностью;

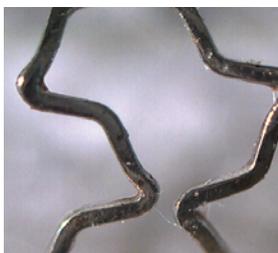
- разработана технология интеграции композитного материала с металлической арматурой;
- отработаны технологические режимы модификации поверхности композитного материала вакуумным ионно-плазменным методом;
- разработана технология, которая формирует многослойные композитные покрытия на поверхности нержавеющей стали и керамики на основе оригинального ионно-плазменного метода нанесения материалов вентильной группы с последующим микродуговым оксидированием.

### Резюме

Тактика комплексного лечения пострадавших должна учитывать пути улучшения отдаленных исходов (уменьшение инвалидности, восстановление трудоспособности и качества жизни). С этой целью для лечения используются разнообразные медицинские технологии с применением разно-



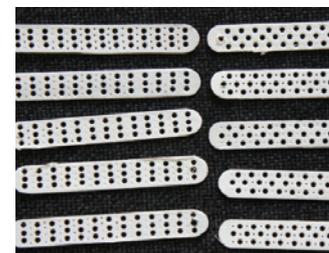
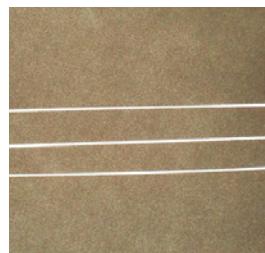
*Биоактивные покрытия для металлических, керамических, полимерных материалов и изделий медицинского применения, нанесенных ионно-плазменными методами*



*Эластичные покрытия для стентов*



*Высокопористое композитное эластичное остоиндуктивное покрытие с модифицированной поверхностью для интрамедуллярных имплантатов*



*Эластичные композитные материалы на металлической арматуре*

образных имплантатов. Большинство современных имплантатов изготавливаются из металлов, обладающих хорошими биомеханическими характеристиками, технология изготовления и обработки которых отработана. Металлические имплантаты обеспечивают достаточно надежную фиксацию травмированных костей. Однако использование таких медицинских изделий не позволяет обеспечить принципиально улучшения результатов лечения травм скелетно-мышечной системы. Для этого необходимо целенаправленно влиять на процесс репаративного остеогенеза, что можно достичь использованием остеопластических материалов, к которым, прежде всего, относятся фосфаты кальция, например, гидроксиапатит (ГА) и трикальцийфосфат (ТКФ) и различных факторов роста (костный морфогенетический белок, фактор роста фибробластов, трансформирующий фактор, тромбоцитарный фактор, инсулиноподобные факторы и др.). Но такие механические свойства кальцийфосфатных (КФ) материалов, как высокая хрупкость и малая износостойкость не позволяют использовать их в качестве биоматериалов, несущих нагрузку. Слабые механические характеристики особенно присущи высокопористой КФ керамике. С другой стороны, наличие пор размером более 100 мкм считается необходимым условием для прорастания кровеносных сосудов и клеток костной ткани. Кроме того, механическая прочность имплантата и

врастание костной ткани должны оставаться неизменными в течение всего процесса регенерации. Однофазные биоматериалы не в состоянии обеспечить все необходимые функции костей или других кальцинированных тканей и, следовательно, существует большая потребность в создании многофазных биоматериалов со структурой и составом, имитирующими природную кость. Такие материалы относятся к разряду гибридных, которые получают сочетанием химически разнообразных компонентов. Для объединения положительных свойств компонентов гибридной системы необходима интеграция их составляющих в одном материале. К гибридным материалам относят композитные материалы, многослойные системы, частицы, волокна с модифицированной поверхностью, что придает им специальные, к примеру, гидрофобные / гидрофильные свойства. Это направление стало основным путем совершенствования физико-химических свойств и технических характеристик разнообразных материалов, в том числе, медицинского назначения. Система биоактивных покрытий для металлических, керамических и полимерных материалов и изделий медицинского применения основана на вакуумных ионно-плазменных технологиях.

## Гибридный сорбент с использованием нано- и биоматериалов для очистки природных и техногенных вод от радионуклидов

### Назначение

Основным направлением работы является разработка и анализ методов очистки сточных и промышленных вод от радиоактивных загрязнителей при помощи осажденных на плесневом мицелии металлических наночастиц, способных к избирательному поглощению радиоактивных ионов даже в присутствии множества других конкурирующих ионов.

### Резюме

Разрабатываемый гибридный сорбент для очистки водных объектов от радионуклидов отличается высокими сорбционными свойствами его компонентов, в качестве которых применяются нанотрубки и нанопорошки оксидов металлов и модифицированный этими наночастицами мицелий непатогенных плесневых грибов различных видов. Гибридный продукт является экономически выгодным, эффективным (исходя из сравнения показателей сорбционных характеристик разрабатываемого сорбента с показателями сорбционных свойств аналогов, например, таких как синтетические глины, хитозан и стандартный наноструктурированный сорбент диоксида титана) и экологически безопасным. Проведены масштабные исследования теоретического и экспериментального характера. Аналогов использования наночастиц оксидов металлов, осажденных на мицелий растущих плесневых грибов в качестве сорбента, на данный момент не существует.

Проект выполняется совместно с Цзилинским университетом, Китай. В Цзилинском университете организована «Совместная научная лаборатория экологической энергетики и энергосберегающих технологий ЦУ и ТПУ».

### Потенциальные потребители

Предприятия топливно-энергетического комплекса, урановых месторождений и прочих производственных сооружениях, загрязняющих окружающую среду ураном и трансураниевыми элементами.



## Новые средства для разрушения атеросклеротических образований на стенках кровеносных сосудов

### Назначение

Лечение атеросклероза.

### Описание

Разработаны методы получения наночастиц металлов в углеродных оболочках, покрытые слоями липофильных органических молекул, и проведены медицинские эксперименты, подтверждающие эффективность действия этих композитных наноматериалов. Наночастицы металлов в углеродных оболочках, покрытые слоями липофильных органических молекул, способны эффективно разрушать атеросклеротические образования на стенках кровеносных сосудов. Данный эффект может быть основой принципиально нового подхода к лечению атеросклероза.

### Резюме

Создаются препараты, позволяющие бороться с некоторыми трудноизлечимыми заболеваниями. Эти препараты представляют собой композитные наночастицы, к поверхностям которых прививают биоактивные молекулы. Разработаны уникальные методы, позволяющие осуществлять такую прививку. Очень важно, что эти работы приводят к появлению средств «целевой доставки препаратов», что наиболее востребовано и отвечает самым современным тенденциям разработки лекарственных средств. Работа ведется совместно с НИИ Кардиологии Томского научного центра СО РАМН, Сибирским государственным медицинским университетом, Институтом физики металлов Уральского отделения РАН.



### Текущая стадия

Разработанные препараты обладают выраженной новизной и имеют хороший рыночный потенциал. Препараты прошли ряд этапов доклинических исследований, стадии экспертизы, и получили одобрение научной общественности.

Ученые ТПУ стали резидентами площадки «Сколково» с этим проектом, в ходе реализации которого должны быть созданы принципиально новые лекарства.

## Магнитно-контрастные препараты для МРТ на основе хелатных комплексов марганца

### Назначение

Магнитно-резонансная томографическая диагностика.

### Текущая стадия

Данный проект выполняется совместно ФГБУ НИИ кардиологии СО РАМН. Проведены стадии доклинических испытаний данных препаратов (В.Ю.Усов и др. Экспериментальная и клиническая фармакология, 2013, 76, 32).

### Резюме

Магнитно-контрастные препараты (МКП) широко используются в современной МРТ для повышения диагностической эффективности. В качестве таких препаратов применяют парамагнитные хелатные комплексы гадолиния. Их известным недостатком является высокая стоимость и потенциальная токсичность. Преимуществами предлагаемых хелатных парамагнитных комплексов марганца является простота получения, относительная дешевизна и отсутствие токсикологических рисков. Кроме того, полученные магнитно-контрастные препараты обеспечивают уникальную селективность контрастирования различных органов. Данные препараты должны найти широкое использование, поскольку в настоящее время в России работают уже более 200 МРТ установок. Разработанные препараты обладают выраженной новизной и имеют хороший рыночный потенциал.



## Анализатор тиоловых соединений в сыворотке крови человека «Тиол»

### Назначение

Анализатор «Тиол» предназначен для определения биохимического показателя сыворотки крови человека – концентрация тиоловых соединений ( $\text{мг/дм}^3$ ), как дополнительный способ лабораторной диагностики психических заболеваний.

Уникальность встроенного программного обеспечения позволяет полностью автоматизировать процесс определения тиоловых соединений в сыворотке крови человека как без привлечения внешнего компьютера, так и с привлечением внешнего компьютера.

### Преимущества

Анализатор «Тиол» не имеет схожих аналогов в мире. Анализатор имеет небольшие габариты ( $200 \times 135 \times 120 \text{ мм}$ ), встроенное программное обеспечение, прост в эксплуатации, позволяет определять количественное содержание тиоловых соединений в крови человека до  $10^{-8} \text{ моль/дм}^3$ . Использована автоматическая система подавления фоновых токов электрохимической ячейки, которая в совокупности с оригинальными техническими и программными решениями позволяет:

- снизить требования к рабочим электродам;
- повысить селективность обнаружения тиоловых соединений;
- устранить остаточное влияние мешающих факторов матрицы пробы путем компенсации фонового тока;
- упростить управление и обработку информации.

Анализатор «Тиол» характеризуется легкостью аппаратного оформления, простотой в эксплуатации, отсутствием больших затрат на расходные материалы и реактивы, использование минимального объема сыворотки крови.



## Анализатор антиоксидантной активности

### Объекты исследования

- биологически-активные добавки;
- лекарственные препараты;
- косметическая продукция;
- продукты питания;
- биологические объекты (сыворотка крови человека, животных, гомогенаты тканей).

### Прибор позволяет

- определять суммарное количество антиоксидантов в объекте в эквиваленте кислорода и его активных радикалов, мкмоль/л;
- определять наиболее эффективную концентрацию и время действия препарата;
- подбирать оптимальные сочетания компонентов, оценить их взаимное влияние и совместимость;
- проводить диагностику оксидативного стресса организма.

### Принцип действия

Метод – вольтамперметрия.

В основе определения лежит процесс электровосстановления кислорода, идущий по механизму, аналогичному восстановлению кислорода в тканях и клетках человека и являющийся основным окислительным процессом во всех объектах искусственного и природного происхождения.

### Преимущества

- не требует дополнительных реактивов;
- обладает минимальной пробоподготовкой;

- полностью автоматизирован;
- автономный режим работы (без ПК);
- гарантия 3 года;
- возможность работы в режиме с подключением к ПК (USB-порт.);
- прибор прост в обращении и обслуживании.

### Технические характеристики

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| • габаритные размеры | 0,17x0,175x0,06 м |
| • масса              | 0.8 кг            |
| • время анализа      | 10-15 мин         |
| • объем пробы        | 0.1 мг            |
| • стоимость          | 120 тыс. руб      |

### Сертификация

Анализатор сертифицирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии РФ (Сертификат RU.C.31.113.A № 28715) и внесен в единый госреестр СИ под номером 35466-07 как средство измерения антиоксидантной активности объектов.



## Аппаратура и технологии низкотемпературного обезвоживания в вакууме

### Назначение

Предназначены для малых производств продуктов питания с длительным сроком хранения из сырья животного и растительного происхождения.

### Текущая стадия

Созданы малые производства сухого пантогаматогена, сухих лекарственных форм (Лохеин, Ахиллан, Ахигран), солей минеральных вод и лечебных грязей (Эсобел, Ширсал, Алексал, Илос), овощей в различных регионах России.

### Резюме

Вакуумные выпарные аппараты предназначены для концентрации термолабильных жидкостей (ягодных соков, экстрактов растительного и органического-минерального сырья, минеральных вод и т. д.).

- Производительность по выпаренной влаге, л/ч – до 400;
- удельный расход энергии, кВт ч/л – не более 0,45;
- температура кипения – °С 30-40.

**Вакуумные сублимационные сушилки** предназначены для сушки грибов, ягод, мяса, рыбы и других продуктов.

- Мощность холодильной машины, кВт 5.
- Разовая загрузка – 100кг
- Температура сушки °С – 20
- Время сушки 14-18 ч.
- Влажность готового продукта, % 1-3.

### Преимущества

- высокая энергоэффективность;
- сохранение всего комплекса биологически активных веществ;
- сохранение органолептических показателей (вкус, цвет, запах и т. д.);
- улучшение показателей бактериальной обсемененности конечного продукта.



## Технологический комплекс пастеризации/ стерилизации сырья пищевой промышленности

### Назначение

Пастеризация сырья пищевой промышленности (соки, молоко, пиво и т.д.) при низких температурах без применения химических реагентов. Технология основана на дезактивации бактерий при воздействии ускоренных электронов без дополнительного нагрева жидкости и введения химических реагентов.

### Текущая стадия

Изготовлен опытный образец, имеется действующее оборудование для оказания услуг. Проект «Электронно-стимулированное обеззараживание молока» стал победителем конкурса «УМНИК» фонда Бортника И.М.

### Резюме

Технология пастеризации пищевого сырья создана на базе импульсного электронного ускорителя АСТРА-М, параметры которого (кинетическая энергия электронов 450 кэВ, длительность импульса 110 нс, энергия в импульсе до 10 Дж) обеспечивают полную безопасность как персонала, производящего обслуживание комплекса, так и обработанного продукта.

### Преимущества

- поражение микроорганизмов всех видов (бактерий, вирусов);
- сохранение всех питательных свойств продукта;
- компактность и мобильность;
- отсутствие дорогостоящих расходных компонентов, в том числе химических добавок;
- отсутствие необходимости применения вы-

сокой температуры, пагубно влияющей на нативные свойства продукта;

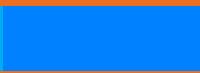
- полная автоматизация и контроль процесса обработки.

Потребляемая мощность ускорителя – 12 кВт.  
Производительность комплекса – до 1 м<sup>3</sup>/ч.





# РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ



## Методика исследования геохимических полей для прогноза, поисков и оценки месторождений полезных ископаемых

### Назначение

- ранжирование и разбраковка геохимических аномалий на основе их структурного анализа;
- усиление слабых аномалий;
- прогнозирование оруденения с оценкой ресурсов категорий  $P_2 - P_3$ ;
- оценка уровня эрозионного среза оруденения;
- прогноз изменения качества и состава руд на фланги и глубину.

### Текущая стадия

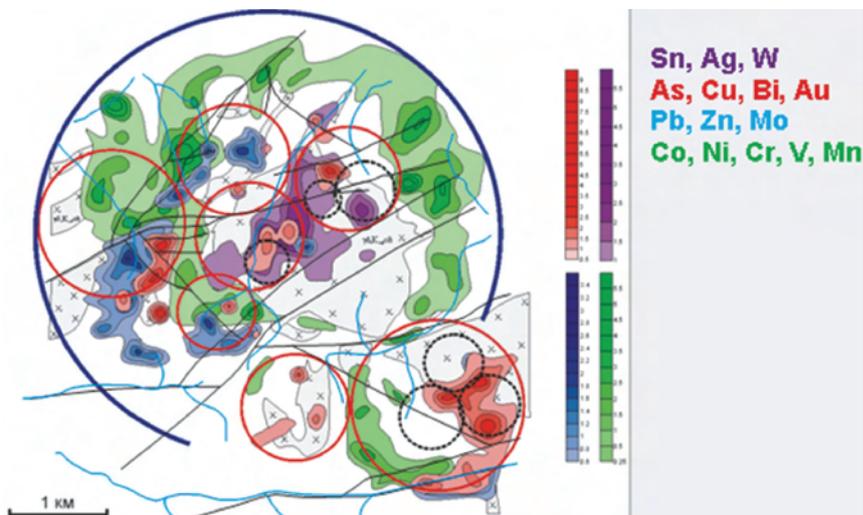
Методика апробирована в золоторудных регионах Кузнецкого Алатау, Восточного Саяна, Горной Шории, Горного Алтая, Рудного Алтая, Центрального Алдана, Енисейского Кряжа, Томь-Колыванской складчатой зоны при проведении поисковых, разведочных и эксплуатационных работ.

### Резюме

В основе развиваемой методики прогнозирования золотого оруденения лежит комплексный подход к исследованию структуры аномальных геохимических полей, возникающих при формировании рудных месторождений.

### Конкурентные преимущества

Получаемая в итоге интегральная модель геохимического поля является основой для локализации золотоносных площадей, количественной оценки их продуктивности, составления карты прогноза с выделением объектов первой очереди для постановки поисковых и поисково-оценочных работ.



## Цеолитные нанокompозитные катализаторы. Получение высокооктановых бензинов «Евро 4 и 5» и высокоиндексных дизельных топлив

### Назначение

Разработка технологий каталитических процессов и цеолитсодержащих катализаторов на основе наноструктурированных высококремнеземных цеолитов типа ZSM-5 для процессов переработки легкого углеводородного сырья: природных и попутных нефтяных газов, газовых конденсатов и нефти в низшие олефины, арены, высоколиквидные моторные топлива и другие ценные продукты.

### Текущая стадия

НИОКР, лабораторная установка, получены лабораторные образцы цеолитных наноструктурированных катализаторов (ЦНК) для ряда процессов переработки легкого углеводородного сырья в низшие олефины, арены и высоколиквидные дизельные топлива и другие ценные продукты.

В 2012 г. изготовлена и запущена в эксплуатацию опытная малотоннажная установка производительностью 2000–3000 т/год по сырью на ООО «Бондарский НПЗ» в пос. Бондарка Каргасокского района Томской области.

### Резюме

Предлагаемые технологии переработки легкого углеводородного сырья заключаются в химической переработке попутных нефтяных газов (ПНГ), газовых конденсатов и прямогонных бензиновых и дизельных фракций нефти на новых высокоэффективных наноструктурированных цеолитсодержащих катализаторах при более низких температурах.



### Конкурентные преимущества

**Разработанные ЦНК в отличие от промышленных дорогостоящих алюмоплатиновых катализаторов:**

- обладают высокой активностью и селективностью в реакциях различных классов углеводородов;
- позволяют получать высокооктановые бензины марок «Евро-4 и 5» с низким содержанием серы, бензола и ароматических углеводородов;
- позволяют получать высокоиндексные дизельные топлива с низким содержанием серы и низкой температурой застывания;
- улучшают экологические и социально-экономические проблемы в нефте- и газодобывающих регионах России.

## Плазмохимическая технология и оборудование получения углеродного наноматериала и водорода из природного газа

### Назначение

- решение задачи глубокой переработки углеводородного сырья (природного, попутного нефтяного газов);
- конверсия углеводородного газа в углеродный наноматериал и водород с использованием СВЧ энергии;
- создание установок и их эксплуатация непосредственно на месторождениях или вблизи их расположения.

### Текущая стадия

Лабораторная установка по конверсии углеводородных газов с использованием СВЧ энергии в углеродный наноматериал и водород.

### Резюме

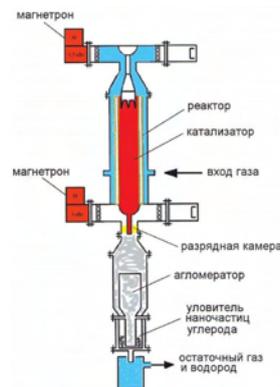
Разработан новый способ конверсии углеводородного газа с целью получения таких ценных продуктов, как углеродный наноматериал и водород, а также метано-водородных смесей для использования на газопоршневых и газотурбинных установках.

Получение углеродного наноматериала и водорода из природного газа по данному способу позволит решить проблему глубокой переработки углеводородного сырья (природного, попутного нефтяного газов). С использованием данной технологии возможно создание малотоннажных мобильных установок непосредственно на месторождениях, находящихся в сложных природно-климатических условиях районов Сибири и Дальнего Востока.

### Преимущества

#### над традиционными решениями

- высокая степень конверсии газа – до 70 %;
- высокое содержание в углеродном наноматериале углеродных нанотрубок 30-60 %, остальное – аморфный углерод;
- технологический процесс замкнутый, в отсутствие кислорода и при атмосферном давлении;
- установка может работать в автономном режиме, так как в технологическом процессе, кроме газа, не требуется дополнительных источников сырья и энергии;
- использование технологии непосредственно на месторождениях или вблизи их расположения.



Для достижения положительного эффекта в проекте используется новая технология, основанная на совмещенном воздействии металлического катализатора и плазмы СВЧ разряда на углеводородный газ (Патент РФ № 2390493).

## Оборудование и технология электроразрядной утилизации железобетонных конструкций

### Назначение

Утилизация железобетонных конструкций.

### Текущая стадия

Мелкосерийное производство.

### Резюме

Принцип работы установки основан на разрушающем действии импульсных электрических разрядов, инициированных в толще бетона под слоем воды. Железобетон разрушается усилиями растяжения, критическое значение которых значительно меньше усилий сжатия. Передачу высоковольтных импульсов от генератора к разрушаемому изделию осуществляет электродная система, имеющая до двадцати двух высоковольтных электродов, расположенных в ряд по ширине технологической ванны. Полиэтиленовая изоляция электродов выполнена по разработанной в институте технологии.

### Преимущества

- при разрушении железобетонных изделий арматурный каркас не деформируется, закладные детали и бетонный щебень могут быть использованы повторно;
- экологическая чистота процесса;
- низкий расход энергии.

### Технические характеристики

- установленная мощность 50 кВт;
- производительность 3 – 5 м<sup>3</sup>/ч;
- затраты энергии, не более:

- при переработке изделий с однослойным армированием 3 кВтч/м<sup>3</sup>;
- при переработке изделий с пространственным армированием 7 кВтч/м<sup>3</sup>;
- параметры разрушаемых изделий:
- размеры 4,8×1,2×0,3 м;
- масса до 10 т;
- габариты установки 12×12×4 м;
- масса установки 25 т.



## Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска месторождений

### Назначение

- построение моделей геологического строения геоблоков на разных уровнях генерализации (провинция, район, узел, поле, месторождение);
- геологическое, инженерно-геологическое, геоэкологическое картирование;
- прогнозирование, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых.

### Краткое описание

Проект направлен на оптимизацию комплекса геологоразведочных работ, повышение их результативности путем внедрения современных космических технологий. Это позволяет экспрессно с минимальными затратами уточнить и получить новые данные об особенностях геологического и в том числе глубинного строения площадей, значительно локализовать рудоперспективные площади.

**В отличие от традиционных подходов использования материалов общедоступных космических снимков (КС) в предлагаемой технологии:**

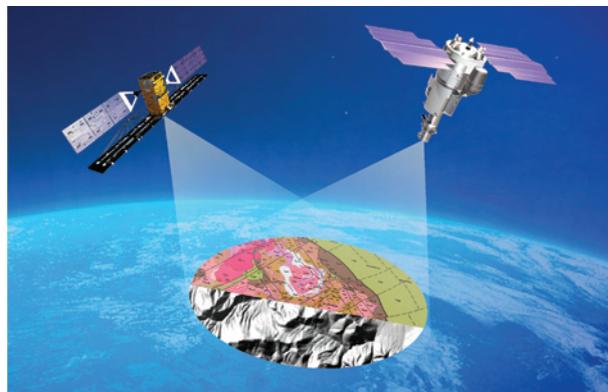
- применяется рациональный комплекс материалов различных КС (архивных и выполненных по заказу) с учетом решаемых геологических задач и природных условий (степень обнаженности, характер растительности, состав и мощность рыхлых отложений, географическое положение, особенности климата) исследуемых участков недр;
- производится выбор наиболее информативных для данного района комбинаций каналов мультиспектральных съемок и совместный анализ получаемых дистанционных

основ с цифровой моделью рельефа;

- космоматериалы обрабатываются в среде современных геоинформационных систем.

**Преимуществом данных КС по отношению к наземным и авиационным исследованиям является:**

- обзорность, непрерывность и требуемая детальность;
- равноазимутальная информативность, отсутствие недостатков выборочных профильных наблюдений;
- естественная генерализация и повышенная глубинность;
- высокая информативность, обусловленная получением данных в широком диапазоне спектра электромагнитного излучения;
- возможность проведения исследований в труднодоступных районах, исследования трансграничных структур, находящихся на территории различных субъектов;
- высокая экспрессность, экологичность и относительно низкая стоимость.





# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**



## Система мониторинга и адаптивного управления разработкой интеллектуального месторождения

### Назначение

Система мониторинга технологических процессов и адаптивного управления разработкой «интеллектуального» месторождения обеспечивает оперативный сбор и хранение геолого-технологической информации, автоматизированную адаптацию постоянно действующей геолого-технологической модели на текущее состояние разработки месторождения, планирование геолого-технических мероприятий на основе адаптированной модели и оценку эффективности их выполнения.

### Краткое описание

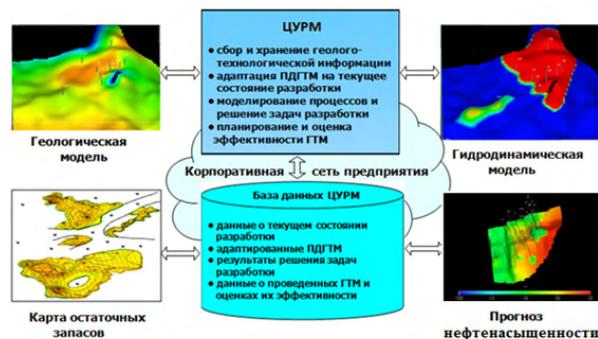
Система мониторинга и адаптивного управления разработкой «интеллектуального» месторождений включает в себя три подсистемы. Подсистема сбора геолого-технологической информации осуществляет мониторинг «интеллектуальных» скважин и кустовых площадок, формирует и передает данные в автоматизированный диспетчерский пункт. Автоматизированный диспетчерский пункт предназначен для оперативного управления разработкой «интеллектуального» месторождения и содержит АРМ производственного персонала, ведет сбор, обработку и хранение данных о текущем состоянии разработки.

**Центр управления разработкой месторождений (ЦУРМ) является главной компонентой системы и обеспечивает возможность эффективного решения следующих задач:**

- уточнение геологического строения месторождения в процессе бурения новых скважин;

- расчет различных вариантов разработки: определение характера и степени выработки запасов, условий и особенностей продвижения закачиваемых вод и др.;
- прогноз темпов отбора и оптимизация режимов работы добывающих скважин;
- планирование геолого-технических мероприятий (ГТМ) и расчет экономической эффективности их выполнения;
- прогноз состояния разработки месторождения в рамках запланированных ГТМ.

Архитектура системы мониторинга и адаптивного управления разработкой построена с учетом структурных особенностей «интеллектуального» месторождения. Ее применение обеспечивает значительное повышение уровня добычи нефти и газа, сокращение производственных издержек и численности эксплуатационного персонала.



## Мобильный цветометрический комплекс для измерения состава веществ

### Назначение

Мобильный цветометрический комплекс предназначен для определения микроколичеств веществ в различных средах (например, минеральная вода, соки, лекарственные препараты, нефтепродукты) методом цветового различия с применением полимерных оптодов. Создание аппаратуры, обеспечивающей высокую производительность труда и высокие метрологические характеристики при определении концентрации компонентов в различных средах, в том числе проведение экспресс-анализа.

### Текущая стадия

Экспериментальный образец.

### Резюме

Проблема, на решение которой направлен проект – повышение производительности в системах экологического мониторинга, в том числе удаленного с использованием сенсорных сетей и мобильных распределенных систем; в контроле качества и состава веществ в производственных и технологических процессах; в прецизионном биометрическом и биомедицинском анализе как в лабораторных, так и в бытовых условиях.

### Преимущества

Инновации, используемые для достижения эффекта – современная электронная база, собственные разработки: оптические датчики, патент на способ определения концентрации вещества и программное обеспечение.



## Навигационно-телекоммуникационные комплексы нового поколения с использованием навигационной системы ГЛОНАСС и беспилотных летательных аппаратов для мобильных групп и центров управления

### Назначение

Комплекс ориентирован на использование при решении широкого спектра задач. Основное назначение: мониторинг территории с использованием беспилотного летательного аппарата, и сопровождение мобильных групп различного назначения, в том числе спасательных групп, обработка полученной информации, включая визуализацию и передачу информации по каналам связи в центр управления.

### Текущая стадия

Опытное производство на базе ООО «НТП «Киберцентр» (МИП при ТПУ).

### Резюме

Комплекс представляет собой новое многофункциональное аппаратно-программное решение для обмена информацией с мобильными группами и управления труднодоступными и подвижными объектами, включающий в себя автономные микропроцессорные терминалы, контроллеры, персональные компьютеры, спутниковое и навигационное оборудование, многофункциональное программное обеспечение.

Комплекс состоит из набора специализированных аппаратно-программных модулей и блоков, интегрированных в единую систему, обеспечивающую реализацию необходимого функционала.

### Преимущества

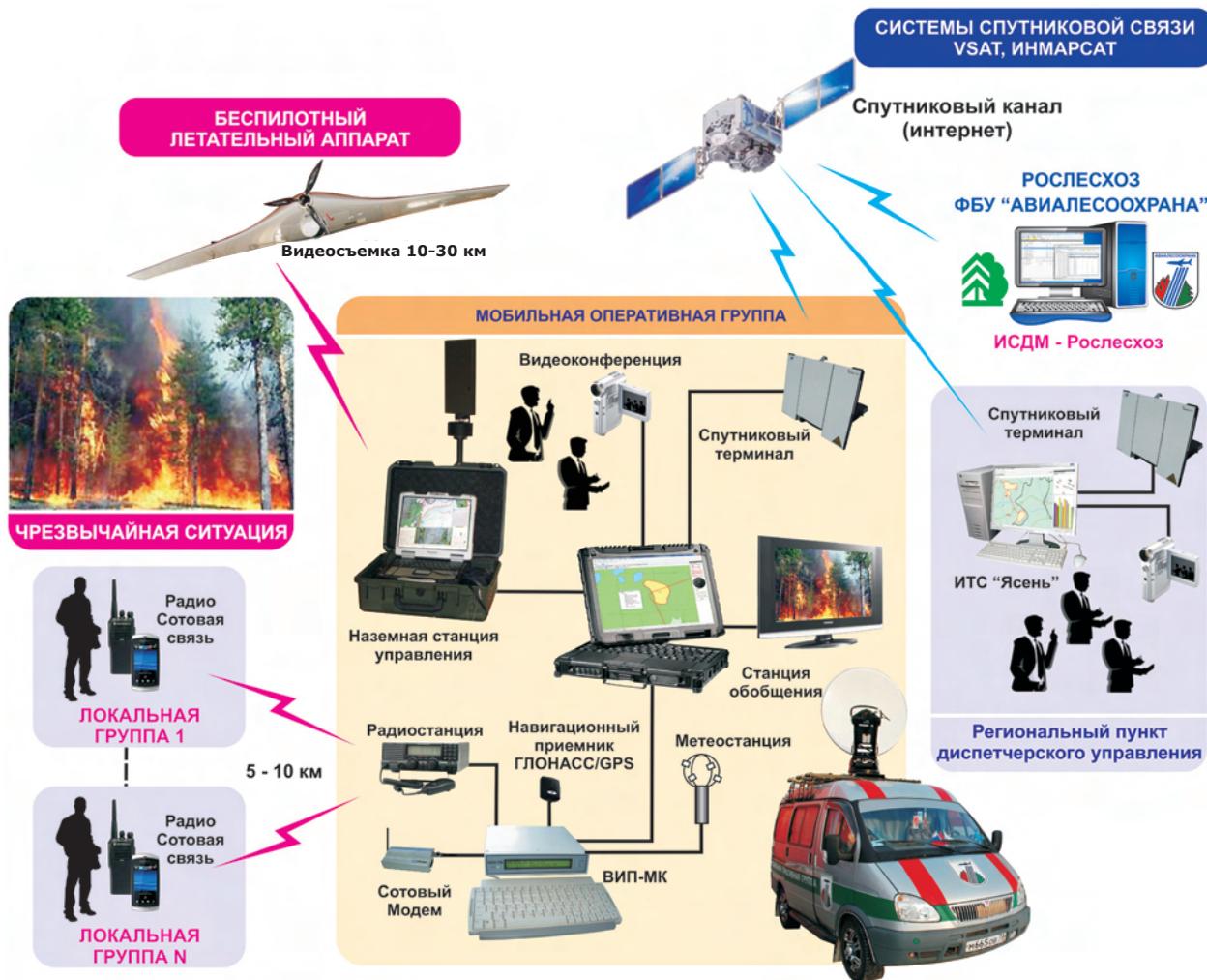
- интеграция и резервирование каналов связи (радио, сотовых, спутниковых, наземных);
- комплексное использование навигационной и геоинформационной информации;
- полная автоматизация учета и отчетности;
- обеспечение информационного взаимодействия разнородных наземных и воздушных средств;
- низкая стоимость по сравнению с зарубежными решениями, не обладающими к тому же комплексностью;
- положительный опыт использования прототипа Продукта.

***Инновационность подхода к созданию программного продукта для НТК нового поколения заключается в:***

- новизне архитектурных и системотехнических решений;
- расширенной функциональности нового модельного и программного обеспечения;
- широте набора программных интерфейсов, обеспечивающих совместимость с аппаратно-программными средствами различных производителей технических средств;
- уникальности решений по интеграции каналов связи (наземных, радио, спутниковых, сотовых) и оптимизации использования их ресурсов;
- автономности и агрегативности основных аппаратных и программных компонент комплекса;
- простоте модификации применительно к отраслевой специфике конкретных ТРС, к кон-

- кратным условиям применения комплекса и характеру решаемых задач;
- использовании новейших достижений компьютерной и микропроцессорной техники, цифровых систем связи и телекоммуникации.

Созданный на этой основе программный продукт обеспечивает сбор, передачу, цифровую обработку и отображение навигационной, геоинформационной, тепловизионной, метео, фото, видео и голосовой информации.



## Интегрированная информационная среда проектирования, производства и испытаний бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов

### Назначение

Повышение эффективности применения находящегося в эксплуатации технологического оборудования, а также повышения качества и эффективности исполнения основных видов деятельности за счет разработки интегрированной информационной среды (ИИС) проектирования, производства и испытаний бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) космических аппаратов (КА) на базе современных технологий поддержки и сопровождения жизненного цикла изделий предприятий космического приборостроения.

### Текущая стадия

Опытная эксплуатация.

### Резюме

ИИС направлена на ускорение обмена данными между множеством специалистов, участвующих в процессах проектирования, подготовки к производству, включая логистику, а

также производство и испытания готовых изделий. Интерактивное представление информации в ИИС в электронном виде, автоматизированная генерация отчетной и технической документации, а также оперативный обмен проектными данными между различными структурными подразделениями являются мерами повышения качества процессов проектирования, подготовки к производству, включая логистику (заказ, поставку, учет, хранение и распределение комплектующих ЭРИ для производства бортовой РЭА КА), производство и испытание готовых изделий.

Актуальность НИР вызвана необходимостью поиска новых решений повышения качества наукоемкой продукции, снижения ее себестоимости и сокращения сроков разработки на основе современных ИТ подходов к управлению. Областью применения результатов НИР являются процессы проектирования и производства высокотехнологичной продукции с длительным ЖЦ, например, на предприятиях точного приборостроения, машиностроения и т. д.



## Устройство для настройки регуляторов систем автоматического управления

### Назначение

Устройство предназначено для расчета параметров регуляторов систем автоматического управления (САУ) теплоэнергетического оборудования, обеспечивая настройку на текущее состояние объекта управления.

### Краткое описание

**Устройство представляет собой инструментальное средство, направленное на совершенствование технологии, оптимизацию настройки регуляторов САУ и позволяет:**

- экспериментально получать сведения о текущих значениях параметров теплоэнергетического оборудования – идентифицировать ОУ;
- задавать требуемые (желаемые) параметры САУ;
- осуществлять автоматическую/автоматизированную настройку САУ на требуемые (желаемые) параметры.

### Два варианта исполнения

На базе Notebook (для автоматизированной

настройки САУ); на базе промышленного контроллера (для автоматической настройки САУ).

### Преимущества

- малые вычислительные затраты на идентификацию и настройку САУ;
- возможность идентификации и настройки САУ без наличия информации о ее структуре (математической модели);
- возможность идентификации и настройки САУ с распределенными параметрами;
- простота и интуитивное понимание работы устройства, не требующие высокой квалификации и специальной подготовки обслуживающего персонала;
- невысокая стоимость оборудования.

### Экономическая эффективность для Компании

- повышение эффективности работы теплоэнергетического оборудования на 10-20 %;
- сокращение временных и материальных затрат на настройку САУ;
- продление сроков эксплуатации оборудования.



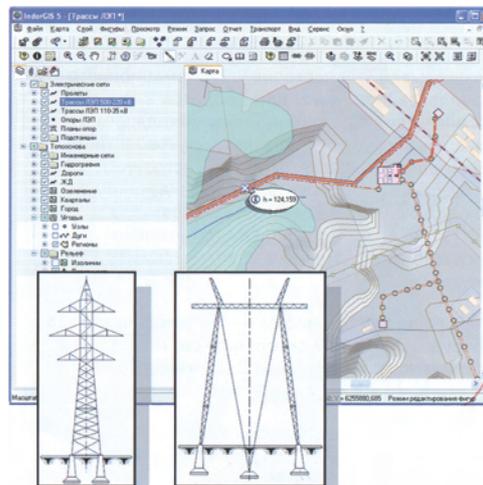
## Геоинформационные системы электрических сетей энергосистем, населенных пунктов, промышленных предприятий, нефтепромыслов

### Назначение

- представление на цифровой модели местности графических изображений трасс инженерных сетей и планов объектов;
- графическое представление оперативных схем электрических сетей на плане местности и без него;
- ведение технических паспортов объектов;
- отслеживание событий в «жизни» объектов (монтаж, ввод в эксплуатацию, осмотры, испытания, ремонты и т. д.) с указанием времени, исполнителей, выявленных неисправностей;
- выявление слабых мест по остаточным ресурсам и выявленным неисправностям;
- получение отчета по инвентаризации объектов сетей;
- оперативная оценка деятельности эксплуатационного и оперативного персонала;
- оперативное ведение графов оперативных схем электрических сетей на основе данных о состояниях коммутаторов (включен, выключен), импортируемых из телеметрических систем.

### Прикладные задачи

- расчеты установившихся режимов с определением траектории введения параметров в допустимую область;
- имитация вариантов резервирования питания электрических нагрузок;
- формирование разомкнутого графа электрической сети по критерию минимума потерь активной мощности;
- расчеты токов коротких замыканий для вы-



- бора уставок защит оборудования;
- расчет потерь электрической энергии;
- автоматическое формирование разделов данных для программных комплексов.

### Конкурентные преимущества

Информационные системы и приложения к ним идеологически построены на принципах имитационного моделирования. Создаваемые изображения сетей автоматически представляются графами и все решаемые инженерные задачи базируются на графовых моделях сетей.

### Текущая стадия

Программный продукт на ГИС зарегистрирован в Роспатенте РФ.

## Лабораторная информационно-управляющая система (ЛИС/ЛИУС) «ХИМИК-АНАЛИТИК»

### Назначение

Система предназначена для автоматизации деятельности химических цехов, аналитических служб и лабораторий промышленных предприятий. Программный комплекс универсален и позволяет обрабатывать результаты измерений для любых объектов анализа (параметры водно-химического режима, сырье, материалы, промежуточная и готовая продукция, санитарно-гигиенические параметры, объекты окружающей среды и др.).

### Текущая стадия

Система внедрена более чем в 300 лабораториях российских предприятий.

### Резюме

ЛИС/ЛИУС охватывает все основные функции аналитической службы (ОТК, экологической, санитарной).



### Преимущества

- «Химик-аналитик» – единственная система управления лабораториями в России, наиболее полно реализующая требования российских нормативных документов;
- удаленный web-доступ позволяет осуществлять круглосуточный просмотр и контроль электронного документооборота из любой точки земного шара;
- адаптация системы под конкретные технические требования (спецификации) Заказчика, выполнение работ «под ключ»;
- снижение влияния «человеческого фактора» и трудозатрат при проведении аналитических работ.

## Наземное лазерное сканирование (НЛС)

### Назначение

- фасадная съемка архитектурно-исторических зданий и сооружений с целью создания обмерочных чертежей и трехмерных моделей для ремонтных и реставрационных работ;
- крупномасштабная топографическая съемка застроенной территории как исполнительной, так и на стадии изысканий под проектирование новых объектов и реконструкцию действующих;
- создание трехмерных интеллектуальных, геоинформационных моделей действующих предприятий, технологического оборудования по материалам НЛС;
- выполнение комплексных работ (топосъемка, создание обмерочных чертежей, построение трехмерной модели) под реконструкцию инженерных сооружений;
- деформационный мониторинг строящихся и введенных в эксплуатацию жилых, офисных, производственных сооружений, инженерных объектов;
- геодезический независимый аудит на объектах строительства зданий и сооружений по представлению заказчика, на стадии строительства в составе авторского надзора.
- Геодезическое обеспечение на стадии проектирования и монтажа фасадных конструкций (навесные вентилируемые фасады, светопрозрачные конструкции сложной формы);
- определение объемов сыпучих строительных материалов (шлак, щебень, песок, ПГС) в карьерах, во временных штабелях, на объектах строительства;
- воссоздание, восстановление устаревшей проектной, исполнительной документации с преобразованием планов в 3D модели;
- создание трехмерных моделей зданий, сооружений по материалам НЛС и проектной векторной документации для участия в программах по энергоаудиту и энергосбережению производственных, хозяйственно-бытовых, жилых и нежилых помещений.





### Текущая стадия

Имеется действующее оборудование для оказания услуг.

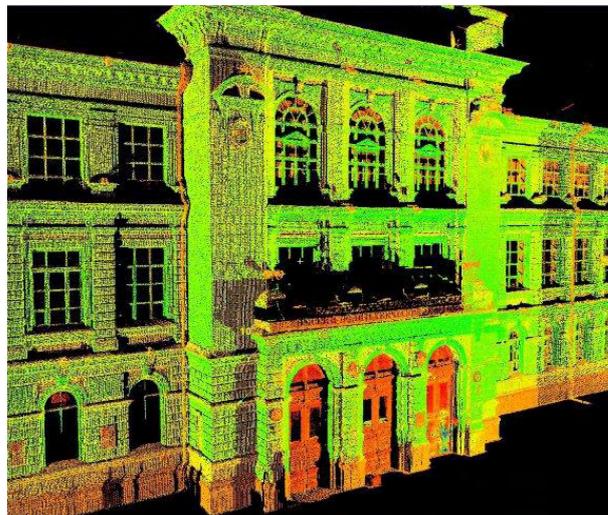
### Резюме

Наземное лазерное сканирование (НЛС) – передовой дистанционный метод оперативного сбора информации об исследуемом объекте. На основе данных НЛС возможно создание геоинформационных систем, информационных трехмерных моделей, исполнительной документации, электронных технических паспортов на стадии проектирования, строительства и эксплуатации сложных инженерно-технических сооружений.

В отличие от традиционного фото-теодолитного метода, НЛС позволяет получить объективные материалы текущего состояния фасадов и фактические геометрические параметры зданий и сооружений за более короткий срок. По материалам НЛС можно создать рекламные интерактивные ролики для привлечения туристов к памятникам историко-культурного наследия.

Одно из перспективных направлений – при-

менение метода НЛС для разработки исполнительной документации, детализации наземных коммуникаций промышленных объектов нефтегазового комплекса, вводимых в эксплуатацию. Комплексное использование тахеометрической съемки и НЛС дает объективную картину о геометрических характеристиках сооружений.





**МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ,  
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

## Нанесение медного покрытия на алюминиевые контактные поверхности на основе коаксиального магнито-плазменного ускорителя

### Назначение

#### **Технология позволяет:**

- наносить равномерное медное покрытие толщиной ~100 мкм на алюминиевую поверхность диаметром 180 мм<sup>2</sup>;
- наносить равномерное покрытие на внутреннюю поверхность изделий. Покрытия отличаются высокой адгезионной стойкостью.

### Резюме

Нанесение медного покрытия на алюминиевые контактные поверхности, как на плоские, так и на внутренние, возможно с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя. Предлагаемая технология позволяет решить проблему совмещения контактной пары медь-алюминий. При получении плазмодинамическим методом контактной пары медь-алюминий, уменьшается переходное контактное сопротивление, вследствие чего уменьшаются потери электроэнергии, потери напряжения и риск возникновения аварийных ситуаций.

### Конкурентные преимущества

Покрытия из меди и ее сплавов могут использоваться для улучшения контактных электрических соединений и при изготовлении вкладышей подшипников скольжения. Также возможно использование в вакуумных выключателях.

Предлагаемый метод отличается простотой и экологичностью, не требует предварительной подготовки основного расходного

материала и его дозированной подачи, реализуется при давлениях в камере реактора близких к атмосферному и при комнатной температуре. Также основным преимуществом данного метода является прочное сцепление покрытия с алюминиевой подложкой за счет гидродинамического перемешивания материалов. Нанесенное покрытие позволяет снизить в 2,5 раза переходное сопротивление контактной пары медь-алюминий. Это обеспечивает повышение надежности контактных соединений и снижение потерь электроэнергии, потерь напряжения в электросетях при длительной эксплуатации.

### Текущая стадия

Технология реализована в виде экспериментальной установки. Получены экспериментальные образцы электротехнических изделий с медными покрытиями.



## Получение нанодисперсных порошков металлов, высокотвердых, сверхтвердых материалов и композиций

### Назначение

#### Технология позволяет:

- реализовать динамический синтез нанопорошков металлов и кристаллических сверхтвердых материалов на основе титана, бора и углерода;
- получать ультрадисперсные порошки сверхтвердых материалов со сферической формой частиц размером 10–150 нм.

### Текущая стадия

Технология реализована в виде экспериментальной установки. Получены экспериментальные образцы.

### Резюме

Основой технологии является гибридный импульсный коаксиальный магнитоплазменный ускоритель (КМПУ) с сильноточным дуговым разрядом типа Z-пинч. Основной рабочий материал нарабатывается электроэрозионным путем с поверхности ускорительного канала (УК). Дополнительные конденсированные компоненты, необходимые для динамического плазмохимического синтеза вводятся в зону формирования плазменной структуры, а газообразные — в камеру реактора. Технология реализуется при близких к атмосферным давлениях и комнатной температуре.

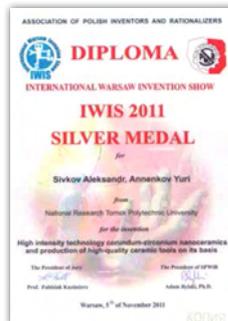
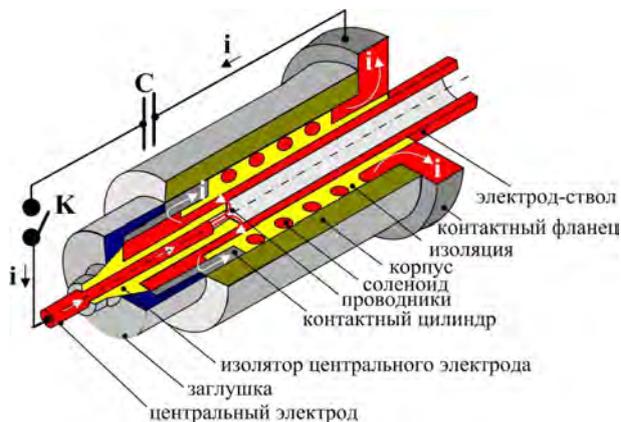
### Конкурентные преимущества

Метод отличается простотой и экологичностью, не требует предварительной подготовки основного расходного материала и его

дозированной подачи, реализуется при давлениях в камере реактора близких к атмосферному и при комнатной температуре.

### Область применения

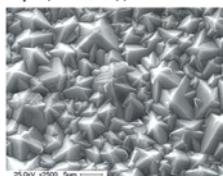
Нанодисперсные порошки сверхтвердых материалов могут использоваться в качестве исходного сырья при изготовлении объемных твердосплавных элементов для лезвийного и абразивного инструмента.



## Осаждение поликристаллических алмазных пленок из плазмы тлеющего разряда



Процесс осаждения алмаза



Поверхность алмазной пленки



Твердосплавный инструмент с алмазным покрытием



Установка для газофазного осаждения

### Резюме

В настоящее время существующие методы осаждения алмазных пленок характеризуются либо низкой скоростью осаждения ( $\leq 1$  мкм/ч), либо очень высокой стоимостью оборудования и как следствие конечного продукта. Разрабатываемая в ТПУ технология, основанная на осаждении алмаза из плазмы тлеющего разряда, позволит существенно снизить стоимость затрат на оборудование. Кроме того этот метод позволяет осаждать алмазные пленки со скоростью до 7 мкм/ч, что дает возможность сократить время нанесения покрытия.

Разработанная разрядная система может служить основой для разработки высокопроизводительного оборудования для использования в технологии промышленного осаждения алмазных покрытий.

### Основные характеристики разрабатываемого метода

- площадь осаждения пленок – свыше 400 см<sup>2</sup>;
- температура подложки – 600 – 1200 °С;
- скорость роста пленки – до 7 мкм/ч;
- легирование – N, B.

### Назначение

Нанесение упрочняющих покрытий на обрабатываемый инструмент, создание высокоэффективных теплоотводов для микроэлектроники, выводные окна мощных ИК лазеров и гиротронов, коррозионностойкие электрохимические электроды, биосовместимые покрытия и т. д.

### Текущая стадия

Отработана технология осаждения алмаза из плазмы тлеющего разряда на такие материалы как Mo, Si, SiC, WC-Co, W.

## Получение наноразмерного карбида кремния плазодинамическим методом

### Назначение

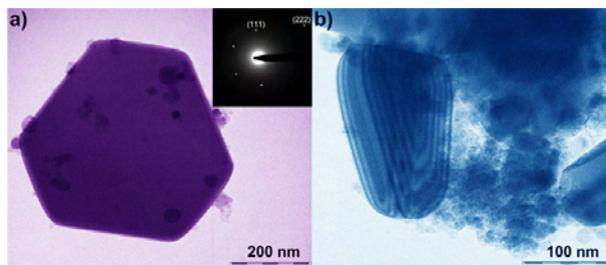
Карбид кремния – полупроводниковый материал с уникальными электрофизическими свойствами, которые позволяют создавать на его основе стойкие к внешним воздействиям устройства силовой, высокомошной, высокотемпературной, высокочастотной электроники, что является недостижимым явлением для традиционных электронных технологий, а также высокотвердые абразивные и режущие инструменты, многофункциональную керамику с высокими эксплуатационными характеристиками. Служит для создания на его основе сверхтвердых материалов, стойких к термическим и химически агрессивным средам, радиационному излучению, многофункциональной керамики с высокими эксплуатационными характеристиками, а также устройств силовой, высокомошной, высокотемпературной и высокочастотной электроники.

### Текущая стадия

Получен экспериментальный образец порошкообразного продукта с процентным содержанием чистого карбида кремния более 96 %; планируется начать стадию ОКР проекта с целью создания экспериментальной технологической установки и получения промышленного образца.

### Резюме

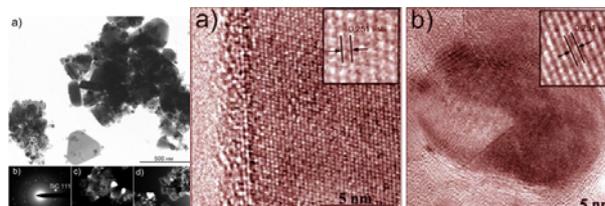
**Цель:** реализовать производство наноразмерного карбида кремния плазодинамическим методом.



### Задачи

- разработка плазодинамического метода синтеза наноразмерного карбида кремния;
- получение опытного образца наноразмерного карбида кремния;
- оптимизация метода синтеза;
- получение образца наноразмерного карбида кремния, отвечающего заявленным свойствам и стандартам качества продукции;
- реализация продукта конечным потребителям с возможностью дальнейшего создания на его основе устройств электроники.

Существующие методы синтеза SiC недостаточно эффективны (чистота, дисперсность продукта, длительность синтеза), что не позволяет полностью реализовать его электрофизические свойства. Предлагаемый способ производства позволяет избавиться от недостатков традиционных методов.



## Крупногабаритные изделия из термопластов



### Назначение

Производство крупногабаритных изделий и заготовок для дальнейшей механической обработки из гранулированных термопластичных материалов.

### Текущая стадия

Мелкосерийное производство.

### Резюме

Производство крупногабаритных изделий и заготовок для дальнейшей механической обработки из гранулированных термопластичных материалов нагревом и плавлением в вакуумных печах-формах с последующим регулируемым по скорости и направлению охлаждением без избыточного давления.

### Технология позволяет изготавливать изделия из:

- полиэтилена низкой плотности и линейного полиэтилена высокой плотности;
- поликарбоната;
- полиамида, полистирола, полиметилметакрилата и др.

### Технические характеристики изделий:

- максимальный диаметр (диагональ) до 3,0 м;
- максимальная высота (длина) до 2,0 м;
- максимальная масса до 2 500 кг.

### Область применения

Изоляция высоковольтных электрофизических установок, изоляционные емкости для электрохимических производств, конструкционные детали и изделия для электротехнической промышленности и др.

### Преимущества

- возможность изготовления цельнолитых изделий различной формы, в том числе с закладными металлическими деталями;
- отсутствие в изделиях дефектов, газовых включений, усадочных раковин;
- минимальные остаточные механические напряжения.

На сегодня в России практически отсутствуют организации-поставщики аналогичной продукции.

## Модифицирование древесины: технология и оборудование

### Назначение

Повышение потребительских свойств древесины быстрорастущих пород до уровня ценных пород за счет ее модифицирования красителями, огне- и биозащитными составами.

### Текущая стадия

Создано опытно-промышленное оборудование.

### Резюме

Ограниченный прирост древесины ставит задачи более широкого использования быстрорастущих пород. Ограничением их использования является их низкие декоративные свойства, малый срок службы, связанный с их высокой гигроскопичностью. Устранить эти недостатки можно методом объемной пропитки древесины красителями и огне- биозащитными составами. Существенным преиму-



ществом объемной пропитки является то, что при значительных улучшениях качественных показателей древесины ее стоимость в 1,5-2 раза ниже стоимости наиболее распространенной древесины ценных пород.

Процесс объемной пропитки древесины сопровождается процессом её сушки, одним из энергоемких процессов в деревообрабатывающей промышленности. Применение комбинированного метода сушки при пониженном давлении позволяет интенсифицировать процесс сушки, повысить, по сравнению с традиционными технологиями, качество сушки, сократить энергопотребление и довести коэффициент использования энергии до 70 %.

**Технология модифицирования включает две стадии:**

- сушка древесины при пониженном давлении комбинированным методом, включающим кондуктивный и высокочастотный нагрев;
- объемная пропитка древесины при последовательном воздействии на материал переменным давлением пропитывающего состава.

**Технология позволяет:**

- сократить время сушки в 1,5-2 раза при снижении вероятности растрескивания древесины;
- снизить затраты энергии в 1,5 раза по сравнению с традиционными технологиями;
- обеспечить высококачественную объемную пропитку древесины с меньшими затратами;
- повысить огнестойкость древесины;
- повысить стойкость к воздействию биоразрушающих и биоокрашивающих грибков;
- обеспечить экологическую чистоту процесса модифицирования.

## Импульсно-пучковые технологии упрочнения твердосплавного режущего инструмента



### Назначение

Разработка универсальной, энергосберегающей технологии упрочнения твердосплавного режущего инструмента.

### Текущая стадия

Выполнены научно-исследовательские работы, имеется лабораторная установка – прототип опытно-промышленной, получен ряд патентов. Технология и установки на базе ускорителя «Темп» использовались в НПП «Линэйтрон-Нижний Новгород», т. е. уже была осуществлена промышленная апробация метода.

### Резюме

Работа направлена на решение задачи упрочнения – повышения срока службы режущего инструмента. При воздействии мощного ионного пучка на поверхность инструмента за время импульса ( $<0,1$  микросекунды) происходит быстрый разогрев ( $10^9$ - $10^{10}$  К/с) и

охлаждение поверхностного слоя, границы зерен становятся менее выраженными, происходит взаиморастворение WC и Co фаз, следствием чего является «залечивание» дефектов межзеренной границы с образованием граничного слоя с прочно связанными атомами Co-W-C. В поверхностном слое толщиной до десятков микрон увеличивается содержание WC. Эти факторы являются определяющими для улучшения механических свойств режущего инструмента.

### Технические характеристики

- потребляемая мощность ускорителя: 15 кВт;
- производительность оборудования для опытно-промышленной установки: 90 пластин, диаметром 30 мм/час.

**Технология упрочнения твердосплавных материалов характеризуется рядом конкурентных преимуществ:**

- высокая производительность (1 м<sup>2</sup> обрабатываемой поверхности/час);
- отсутствие необходимости предварительной очистки поверхности;
- тепловое воздействие только на приповерхностный слой;
- низкие удельные энергозатраты ( $<10$  кВт час/м<sup>2</sup>);
- неизменность геометрических размеров обрабатываемых изделий после их упрочнения;
- экологическая чистота (отсутствие вредных продуктов производства);
- высокая рентабельность при практической реализации метода.

## Изделия заданной формы из nano- и полидисперсных порошков

### Назначение

Изготовление функциональных, конструктивных изделий заданной формы и размеров без дополнительной обработки из сухих nano- и полидисперсных порошков (керамических, композитных, металлических).

### Текущая стадия

Ключевые методы технологии запатентованы в России и за рубежом (США, Европатент, Южная Корея, Евразийский патент, Украина). Технология внедрена в промышленное производство крупнейшего российского производителя технической керамики – Холдинга «НЭВЗ-Союз».



### Резюме

Формование сухих порошков с равномерной плотностью в изделия сложной геометрии с минимальными градиентами внутренних напряжений с применением ультразвукового воздействия и коллекторного способа, снижающих (перераспределяющих) силы трения в прессуемых порошках.

### Преимущества

- заданные форма и типоразмеры порошковых изделий без дополнительной обработки;
- повышение эксплуатационных свойств конструктивных и функциональных изделий;
- исключение из технологии связующих веществ и пластификаторов;
- сокращение технологического цикла;
- регулирование плотности (пористости) спеченных изделий.

## Электровзрывная технология производства нанодисперсных порошков на основе металлов и оборудование для этой технологии

### Назначение

Производство нанодисперсных порошков, с частицами сферической формы, различного состава и назначения.

### Текущая стадия

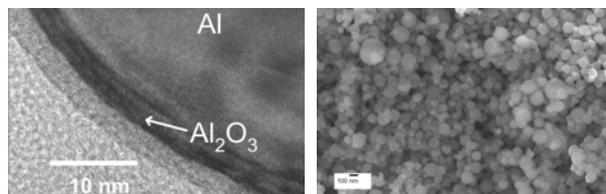
Коммерческий продукт. Производство «под заказ».

### Резюме

Проект направлен на разработку технологий получения порошков с «особыми» свойствами, например, такими как: очень низкие температуры спекания < 100 °С, высокая химическая активность, наличие избыточной (запасенной) энергии.

**Основные преимущества электровзрывной технологии заключаются в следующем:**

- в импульсном режиме веществу можно сообщить большую плотность подводимой энергии с необходимой дозировкой, причем процесс регулируется с высокой точностью: энергия используется с большим КПД. Это позволяют изменять условия получения порошков и их характеристики;
- скорости охлаждения продуктов взрыва достигают  $10^8$  градусов в секунду, что позволяет формировать наноструктурированные частицы. Размеры частиц находятся в пределах 50-500 нм, размеры структурных фрагментов в пределах 10-30 нм.



### Возможности технологии

Технология электрического взрыва проводников (ЭВП) универсальна, поскольку позволяет на одном и том же оборудовании получать широчайший по составу спектр различных нанопорошков (НП). При ЭВП в среде инертных газов можно получать НП металлов, сплавов и интерметаллических соединений. Использование газовых смесей аргона с кислородом или азотом, других химически активных газов позволяет получать частицы, состоящие из оксидов, нитридов или композиционные частицы: металл-оксид, металл-нитрид, металл-карбид и других. Отличительными свойствами НП металлов, полученных методом ЭВП является их стабильность при обычных температурах и высокая реакционная способность при нагревании.

### Преимущества

- низкое энергопотребление благодаря вводу энергии непосредственно в объем взрываемого проводника (от 2 до 10 кВт час/кг);
- простота и надежность в эксплуатации и обслуживании технологического оборудования;
- экологическая безопасность, все процессы происходят в замкнутом объеме;
- высокий показатель соотношения качество-цена.

## Механические испытания и металлографический анализ материалов

### Назначение

Качественный и количественный анализ структур сплавов; анализ химического состава металлов и сплавов; определение механических характеристик материалов; определение причин выхода из строя деталей машин и производственного оборудования с выдачей официального заключения; рекомендации по выбору материалов и упрочняющей обработке; проведение исследовательских работ при подготовке аспирантов; обучение студентов и специалистов современным методам исследования материалов.

### Текущая стадия

Услуги по испытаниям представлены на рынке. Лаборатория аттестована Томским центром стандартизации, метрологии и сертификации. Свидетельство об аттестации лаборатории № 192 от 16 июня 2008 г и № 320 от 8 сентября 2011 г. выдано ФГУ «Томский ЦСМ».

### Резюме

Для проведения исследований лаборатория располагает современным компьютеризированным оборудованием: испытательная машина МИРИ-100К для определения характеристик материала при растяжении и сжатии, копер маятниковый 2130 КМ-0 для определения ударной вязкости сплавов при отрицательной и комнатной температурах, приборы для измерения твердости по Роквеллу (ТК-2), Виккерсу (ТП-3р-1), Бринеллю (ТШ-2М), микротвердости (компьютеризированный DuraScan), оптико-эмиссионный спектрометр



PMI-MASTER Sort, исследовательский световой микроскоп высшего класса Observer A-Im. Все измерительное оборудование проходит ежегодную метрологическую поверку ФГУ «Томский ЦСМ».

Высококвалифицированный кадровый состав специалистов-материаловедов (8 к.т.н. и 3 инженера) имеет многолетние традиции и опыт исследования материалов.

## Изготовление износостойкого и высокопроизводительного инструмента для переработки пластмасс

### Назначение

Разработана технология изготовления гранулирующего инструмента (ножей) из оригинального износостойкого сплава на основе отходов инструментального производства, содержащего в структуре износостойкие частицы карбидов ванадия, хрома и других элементов. Для данного сплава подобрана оптимальная финишная термическая обработка, позволяющая значительно повысить стойкость инструмента. Изготовление гранулирующего инструмента из разработанного сплава ведется методами литья в оболочковые формы или по выплавляемым моделям. Механическая обработка литого инструмента после его термической обработки проводится только шлифовкой крепежных поверхностей и заточкой режущей кромки.

### Текущая стадия

Изготовлены опытные образцы и ведется штучное производство.



### Резюме

При грануляции полимеров стойкость гранулирующего инструмента (ножей), в конечном счете, определяет производительность гранулятора. Для изготовления ножей разработан оригинальный износостойкий сплав на основе отходов инструментального производства и технология их изготовления, включающая изготовление ножей методами точного литья: в оболочковые формы или по выплавляемым моделям. Разработанный сплав и технология изготовления позволили увеличить производительность гранулятора (за счет уменьшения количества переналадок), уменьшился расход материала при изготовлении ножей, а их стоимость уменьшилась в 3-5 раз.

### Преимущества

Известна технология изготовления гранулирующих ножей, включающая фрезерование корпуса ножей и пайку пластинки для режущей части из твердого сплава. Такая технология значительно дороже литейной, а высокотвердый материал режущей части активно изнашивает рабочую часть дорогостоящей фильеры.

### Потребители продукции

Предприятия химического производства (этилен, пропилен, полипропилен высокого давления): ООО «Томскнефтехим», ОАО «Уфанефтеоргсинтез», ООО «Ангарскнефтехим», «Химпром» (г. Кемерово, ЗАО «Химпласт» (г. Тольятти), «Химзавод» (г. Новосибирск), ЗАО НПП «Полипластик» (г. Москва).

## Метод электроэрозионного получения высокодисперсных материалов (нанопорошков) в жидких средах

### Назначение

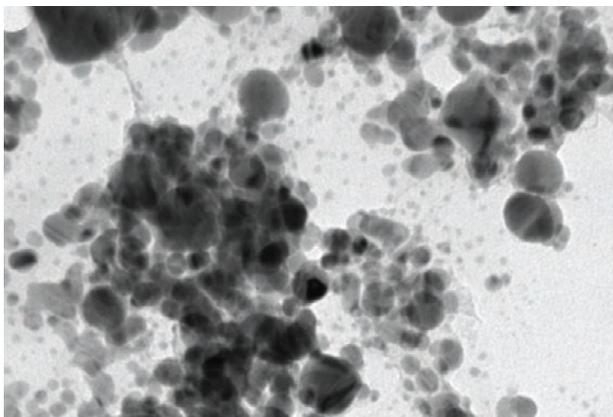
Получение наноразмерных и субмикронных композиционных, металлических и оксидных частиц.

### Текущая стадия

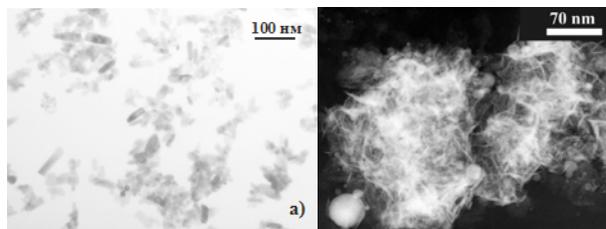
Ведется штучное производство «под заказ».

### Резюме

Предлагается технология получения высокодисперсных материалов (порошков) с использованием импульсного электроэрозионного метода в жидких средах. Предлагаемый проект направлен на получение нано- и субмикронных порошков металлов (Ag, Cu, Ti), оксидов и оксигидроксидов (ZnO, AlOOH), композиционных металл-углеродных частиц ( $\text{Fe}_2\text{C}$ ,  $\text{Ag}_2\text{C}$ ,  $\text{Cu}_2\text{C}$ ,  $\text{Zn}_2\text{C}$ ).



Микрофотографии частиц серебра полученных в углероде



1. Электронно-микроскопические снимки образца наноразмерных частиц оксида цинка  
2. Электронно-микроскопические снимки образцов наноразмерных частиц оксигидроксида алюминия

### Предлагаемая технология отличается:

- широким спектром получаемых продуктов и возможностью получения частиц с уникальными физико-химическими свойствами;
- возможностью масштабирования установок и, следовательно, варьирования производительности в широких пределах;
- низкими общими энергозатратами при получении порошков;
- возможностью гибкой перестройки технологического процесса для синтеза различных порошков в зависимости от потребностей рынка;
- возможностью расширения гаммы производимых целевых продуктов.

На базе предлагаемой технологии возможен синтез наноразмерных порошков, обладающих уникальными свойствами, для использования в медицине, в процессах очистки воды, в качестве компонентов керамик, в порошковой металлургии и т. д.

## Плазменная установка для осаждения теплоотражающих покрытий на поверхность стекла ОПАЛ-5

### Назначение

Осаждение модифицирующих ионно-плазменных покрытий, улучшение теплоизолирующих свойств листового стекла за счёт подавления эмиссии инфракрасного излучения.

### Резюме

Установка предназначена для модификации оптических свойств листового стекла путем нанесения тонких слоев из металлов, а также их оксидов методом распыления в вакууме металлических катодов плазмой аномально тлеющего разряда магнетронного типа.

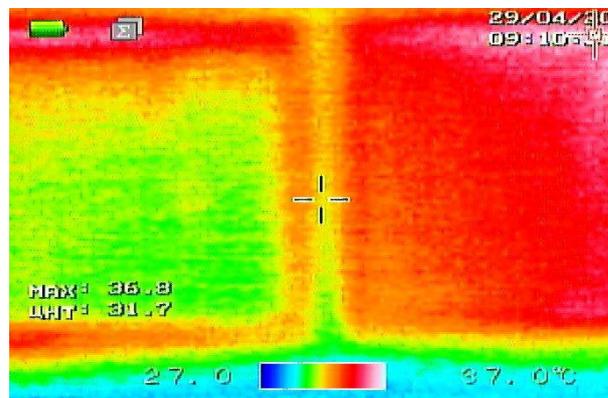
### Описание

Принцип действия установки основан на использовании плазмы магнетронного разряда и ионных пучков для осаждения многослойных тонкопленочных покрытий на поверхность листового стекла в вакуумной камере. Эти покрытия улучшают оптические свойства стекла. Управление установкой осуществляется с унифицированного пульта, регламентирующего работу вакуумной системы и процесс напыления в полуавтоматическом режиме, на базе персонального компьютера. Особенностью установок семейства «Опал» является их модульность. Они собираются из унифицированных элементов, что позволяет при необходимости гибко изменять их конфигурацию, набор рабочих органов, производительность, стоимость и другие характеристики установки. **Отличительной особенностью установок «Опал» являются следующие признаки:**

- наличие шлюзовой камеры со специальным щелевым вакуумным затвором, которая позволяет извлекать стекло из установки, не теряя вакуума в рабочей камере;
- установка предполагает использование ионных источников для очистки стекла перед нанесением модифицирующих покрытий;
- наличие системы автоматического управления на основе программируемого контроллера и ПК, которая позволяет выполнять процесс в полуавтоматическом режиме с минимальным участием оператора.

### Текущая стадия

Отработана технология осаждения покрытий, изготовлен и внедрён в промышленности прототип установки (ОПАЛ-3Про).



Инфракрасная термограмма светопрозрачной ограждающей конструкции  
Слева - стекло с теплоотражающим покрытием  
Справа - стекло без покрытия

## Плазменное получение и применение нанодисперсных пигментов из отходов после очистки воды



### Назначение

Получение высококачественных нанодисперсных пигментов из отходов после очистки воды для производства лакокрасочной продукции, противопожарных красок для литейного производства и др.

### Текущая стадия

Эффективная и экологически безопасная утилизация таких отходов может быть достигнута при плазменной утилизации оптимальных по составу диспергированных горючих водно-органических композиций на основе ОВП.

В результате проведенных расчетов показателей горения различных водно-органических композиций на основе ОВП «ОВП – Вода – Спирт (Ацетон и др.)» определены оптимальные по составу композиции, имеющие адиабатическую температуру горения  $T_{ад} \approx 1200$  °С и обеспечивающие экологически безопасную утилизацию таких отходов.

По результатам проведенного термодинамического моделирования исследуемого процесса в широком интервале температур (300÷4000 К) и массовых долей воздушного плазменного теплоносителя (10÷95 %) определены оптимальные режимы для практической реализации исследуемого процесса.

Исследован процесс магнитной сепарации из водных суспензий полученных пигментов и показана возможность применения магнитных сепараторов для их эффективного извлечения из водных суспензий после узла «мокрой» очистки отходящих газов из реактора плазменной установки.

### Резюме

В процессе водоочистки и водоподготовки на промышленных предприятиях образуются отходы в виде осадков, которые из-за отсутствия технологий переработки либо складировются, либо сливаются в водоемы, что приводит к серьезному ухудшению экологической обстановки в регионе. Объемы таких отходов составляют только в России миллионы тонн.

Предлагается утилизация таких отходов в неравновесной воздушной плазме ВЧФ-разряда в виде оптимальных по составу диспергированных горючих водно-органических композиций, что обеспечит экологически безопасную и экономически эффективную утилизацию таких отходов и позволит получать различные нанодисперсные пигменты для производства конкурентоспособной продукции на их основе.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы для создания оборудования и технологии плазменной утилизации различных промышленных отходов после очистки воды.

## Нейтронно-трансмутационный легированный (НТЛ) кремний

### Назначение

НТЛ кремний предназначен для производства полупроводниковых приборов силовой электроники, приборов с зарядовой связью, сверхбольших микросхем.

### Описание

НТЛ кремний широко используется в мировой практике для создания приборов с минимальным разбросом удельного электрического сопротивления: тиристоры, приборы с зарядовой связью, СБИСы, детекторы излучений, фотоприёмники. Технология нейтронного легирования кремния позволила достичь уникальной пространственной равномерности легирующего элемента (фосфора), которую невозможно получить другими методами.

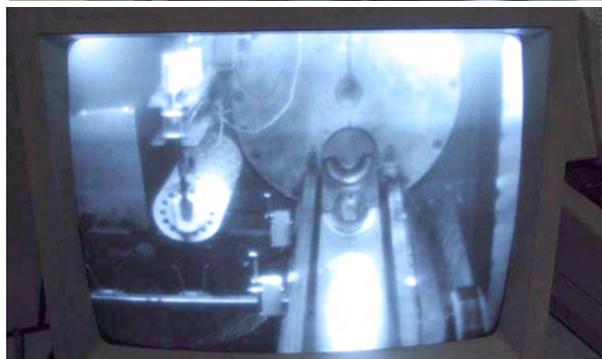
Исходным материалом для легирования служат, в основном, монокристаллы кремния, выращенные методом безтигельной зонной плавки. Технология НТЛ позволяет легировать слитки кремния диаметром до 127 мм и длиной до 750 мм. Производительность легирования слитков кремния диаметром 127 мм на конечный номинал удельного электрического сопротивления 60 ом/см – 6000 кг/год.

### Конкурентные преимущества

Равномерность легирования. Созданная технология позволяет получать НТЛ кремний, соответствующий по своим характеристикам мировым стандартам.

### Текущая стадия

Полупромышленное производство.



1. Диаметр слитков 2,5-10 см.
2. Вид на комплекс с монитора управления

## Установка для получения сверхмощных импульсов СВЧ нано- пикосекундной длительности

### Назначение

Промышленное освоение результатов НИР по созданию импульсных излучательных установок для целей функционального воздействия, локации, осуществления физических исследований и других применений.

### Текущая стадия

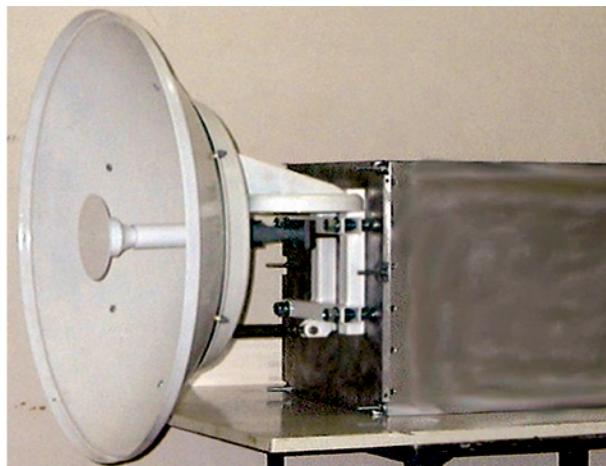
НИР.

### Резюме

Работа направлена на решение проблемы электромагнитной безопасности в части создания источников интенсивного электромагнитного излучения диапазона 30МГц- 300ГГц нано- и пикосекундной длительностей, необходимых для определения уязвимости энергетического оборудования и информационных компьютерных систем управления, чувствительных к внешнему электромагнитному излучению. Для создания источников используется технология временного сжатия энергии импульсов на выходе промышленных электровакуумных СВЧ приборов с помощью резонансных систем.

### Преимущества

- создание установок основано на использовании технологий и оборудования, существующих у предприятий радиоэлектронной промышленности РФ;
- установки могут быть размещены на мобильном транспорте;
- в установках используются меньшие питающие напряжения и они имеют меньшие весо-габаритные параметры, чем известные аналоги.



Мобильный источник излучения с резонансным СВЧ компрессором

**Автономная излучательная установка X-диапазона**, в которой использована технология временного сжатия выходной энергии промышленного магнетрона, имеющая следующие основные технические характеристики:

Несущая частота излучения	9.4 ГГц
Длительность импульса	1 нс
Частота следования	400 Гц
Пиковая мощность	1 МВт
Коэффициент усиления антенны	33 дБ
Вес	до 50 кг
Габариты	0.9 x 0.6 x 0.6 м



**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ**

## Малогабаритные импульсные бетатроны типа МИБ

### Назначение

Бетатроны предназначены для неразрушающего контроля материалов и изделий, а также для решения ряда прикладных и научных задач.

### Стадия разработки

Серийное производство.

### Резюме

Бетатрон – индукционный циклический ускоритель электронов, в котором энергия частиц увеличивается вихревым электрическим полем, создаваемым изменяющимся магнитным потоком, проходящим внутри орбиты частиц.

### Основные области применения малогабаритных бетатронов

- неразрушающий контроль материалов и изделий, как в промышленности, так и в строительстве;

- досмотр ручной клади, содержимого контейнеров и крупногабаритных транспортных средств;
- радиационные испытания радиоэлектронной аппаратуры с целью прогнозирования сроков ее службы в условиях космического пространства;
- радиационная терапия быстрыми электронами широкого класса заболеваний онкологического и иного характера.

### Характерные отличия бетатрона от других источников излучения

- узкая диаграмма направленности пучка, а следовательно и меньшая радиационная опасность при работе в нестационарных условиях;
- хорошая резкость изображения за счет малых размеров фокусного пятна;
- портативность и мобильность большинства модификаций бетатронов;
- невысокая стоимость по сравнению с другими типами ускорителей.

### Преимущества последних разработок

- простота обслуживания вследствие введения микропроцессорного управления;
- повышенная надежность за счет разработки быстродействующих эффективных электронных схем защиты силовых цепей бетатрона;
- низкий выход бракованных рентгенограмм из-за наличия встроенной и выносной системы дозиметрии пучка;
- унифицированные узлы для различных типов бетатронов.



## Бетатрон на энергию 2,5 МэВ

### Назначение

Применяется в качестве источника высокоэнергетического излучения для радиационных систем неразрушающего контроля.

Контроль нефте- и газопроводов в полевых условиях, применение при ремонте и восстановительных работ на энергетических, химических предприятиях, использование спецслужбами для решения своих задач.

### Стадия разработки

Серийное производство.

### Резюме

Бетатрон предназначен для неразрушающего контроля материалов и изделий с эквивалентной толщиной по стали от 50 мм до 120 мм.

Бетатрон может быть использован для радиографии с получением теневого изображения объекта контроля на рентгеновской пленке, а также как источник излучения в составе радиационных интроскопов или радиометрических систем.

Бетатрон состоит из четырех блоков – излучателя, блока питания, электронного блока излучателя, пульта управления и двух дополнительных блоков – выносного дозиметра и блока световой сигнализации, которые используются в случае необходимости.

### Технические характеристики

Максимальная энергия тормозного излучения, МэВ.....2,5  
 Мощность дозы на расстоянии 1м от мишени, Р/мин.....0,7  
 Размер фокусного пятна, мм.....0,2x2

Радиографическая чувствительность, %...1-1,5  
 Минимальный размер рабочего поля при фокусном расстоянии 1м и неравномерности почернения не более 10%, мм.....350x350  
 Потребляемая мощность, кВт.....1,0  
 Общий вес блоков, кг, не более.....62  
 Вес излучателя, кг, не более.....30

### Конкурентные преимущества

- широкий диапазон применения;
- низкое энергопотребление;
- малый вес и небольшие габариты;
- автоматическая система управления и самодиагностики;
- система обеспечения безопасности;
- возможность транспортировки к объекту контроля;
- возможность работы в полевых условиях от аккумуляторной батареи.



## Научно-образовательный инспекционно-досмотровый комплекс ТПУ

### Назначение

Для проведения современных научно-исследовательских работ в области цифровой рентгенографии, обработки и визуализации результатов контроля. Очень важно, что в данном комплексе реализован режим получения изображений в нескольких энергетических диапазонах (режим дуальных энергий), что позволяет идентифицировать вещества объекта контроля по плотности и атомному номеру и существенно повышает возможность обнаружения наркотических и взрывчатых веществ.

### Стадия разработки

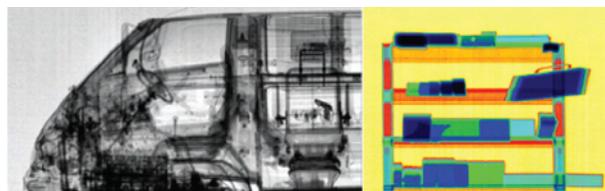
Опытный образец.

### Резюме

В образовательной части Комплекс используется для реализации программ подготовки тех-



**Инспекционно-досмотровый комплекс с бетатроном МИБ-9:** 1 – бокс с бетатроном, 2 – коллиматор, 3 – детекторный портал, 4 – горизонтальная линейка детекторов, 5 – вертикальная линейка детекторов, 6 – полка с тестирующим материалом, 7 – операторская.



нических специалистов в области досмотровых технологий, а так же повышения квалификации и переподготовки специалистов в области неразрушающих методов контроля и радиационной безопасности эксплуатации устройств генерирующего ионизирующего излучения.

### Основные технические характеристики ИДК

- Энергия источника излучения 9 МэВ.
- Количество детекторов 512.
- Расстояние от источника излучения до линейки детекторов 8,5 м.
- Высота сканируемого объекта до 3 метров.
- Размер кристалла детектора  $6 \times 6 \times 20$  мм<sup>3</sup>.
- Разрешение 4,5 мм в центр сканируемого объекта.

### Преимущества

- снижение дозовой нагрузки на объект контроля и на обслуживающий персонал;
- возможность использования режима дуальных энергий, который позволяет распознавать конкретные типы веществ в объекте контроля;
- использование многоракурсного контроля для получения псевдо – стерео изображений.

## Дефектоскопический комплекс контроля труб большого диаметра

### Назначение

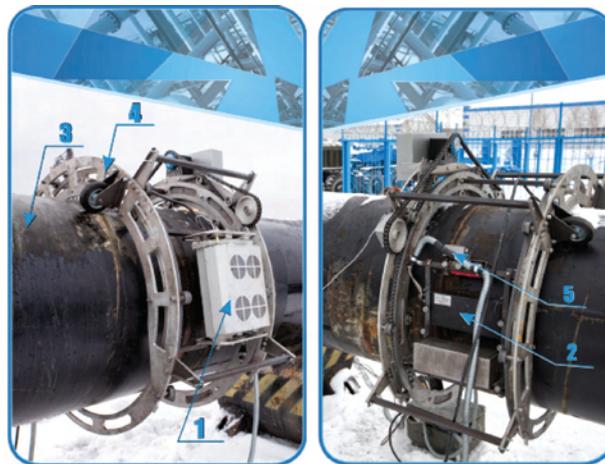
Автоматический, цифровой, рентгенографический контроль качества сварных швов трубопроводных систем диаметра 1020 и 1420 мм.

### Резюме

При строительстве и эксплуатации газопроводов одной из проблем является достаточно трудоемкий процесс контроля качества сварных швов и основного металла трубы диаметром 1220 - 1420 мм. Применяемый для этой цели радиографический метод контроля с использованием рентгеновской пленки имеет многочисленные недостатки, труднопреодолимые до настоящего времени.

### Описание

Принцип работы данного Комплекса основан на преобразовании энергии рентгеновского излучения, прошедшего через объект контроля, с последующей фиксацией светового изображения объекта, с передачей сигнала по каналу связи к комплексу аппаратуры пульта управления Комплекса, и отображением полученной информации на экране видеомонитора с последующей цифровой обработкой в персональном компьютере. Просвечивание контролируемого объекта осуществляется следующим образом. Комплекс монтируется на объект контроля. непосредственно возле объекта контроля с установленным на нем комплексом располагается выносной блок регистрации и обработки излучения. Полученное изображение просвечиваемого объекта наблюдается на экране видеомонитора. Результаты контроля



1. Источник рентгеновского излучения в защитном герметичном корпусе. 2. Линейка детекторов. 3. Трубопровод. 4. Механизм перемещения. 5. Маркер дефекта.

записываются на жесткий диск компьютера. Специализированная программа анализирует результаты контроля.

### Преимущества

Отказ от существующих ограничений контроля только сварных швов или локальных областей, переход на 100 % контроль состояния всего тела трубопровода. Осуществление контроля в полевых условиях.

### Стадия разработки

Опытный образец.

## Ультразвуковая система контроля сварных соединений магистральных труб

### Назначение

Контроль сварных соединений магистрально-го трубопроводного транспорта, контроль изделий из металла и полимерных материалов. Повышение разрешающей способности и чувствительности систем контроля.

### Текущая стадия

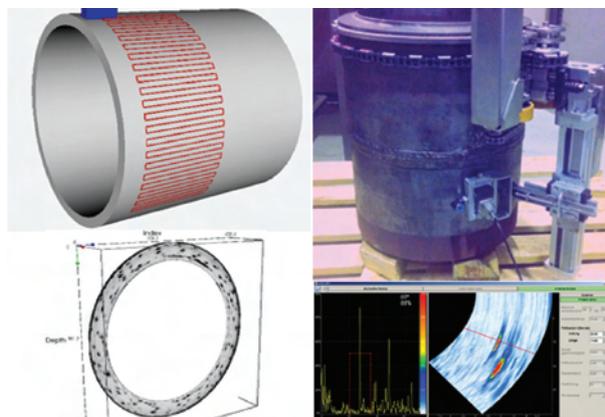
Создан макет установки.

### Состав системы контроля

- блок обработки и отображения результатов контроля;
- многоканальный блок сбора данных;
- сканер с фазированным УЗ-датчиком.

### Резюме

Существующие многоканальные системы УЗК основаны на использовании традиционной технологии сканирования контролируемого объема методом фазированной решетки. Эта технология не позволяет получить высокое разрешение при контроле, которое определяется шириной главного лепестка диаграммы направленности антенной решетки. Увеличение разрешающей способности возможно путем увеличения количества элементов в решетке, однако это приводит к увеличению размеров самой решетки и количеству каналов обработки данных, что в разы повышает стоимость оборудования. Разработанная ТПУ система УЗК использует так называемый принцип синтетической фокусировки. Ультразвуковой преобразователь содержит в зависимости от конфигурации шва от 16 до 128 элементов. При каждой операции контроля или в каждой позиции контроля возбужда-



Схематическое изображение принципа контроля

Результат контроля объекта

ется один элемент преобразователя фазированной решетки, в то время, как все элементы группы (виртуальный преобразователь) принимают ультразвуковые эхо-сигналы, таким образом, при каждой операции контроля охватывается часть контрольного объема. Информация из всех позиций контроля переносится на каждый объемный элемент, с учётом времени перемещения ультразвука. В результате возникает томографическое изображение контролируемого участка. Благодаря применению параллельных компьютерных структур, во время процесса сканирования выполняется реконструкция и визуализация снимка результата. При этом результаты контроля отличаются значительно улучшенной способностью обнаружения дефектов, по сравнению с обычными методами контроля, поскольку синтетическое фокусирование в каждой точке контрольного объема приводит к повышенной чувствительности контроля и улучшенному разрешению.

## Компактный микротомограф TOLMI-150-10

### Назначение

Проведение научных исследований при разработке новых материалов и технологий, промышленный высокоточный контроль объектов стратегического назначения для критических областей промышленности.

### Текущая стадия

Создан опытный образец.

### Резюме

Многие критические отрасли промышленности должны осуществлять 100 % выходной контроль продукции. Разработанный в лаборатории TOLMI Томского политехнического университета малогабаритный рентгеновский микротомограф позволяет решить данную проблему, предоставляя возможность высокоточного контроля ответственных изделий и узлов на уровне мировых стандартов. Наш продукт обладает высоким пространствен-

ным (5-10 мкм) и плотностным (0,5 %) разрешением контроля. Реализованы механизмы формирования трехмерных моделей объектов, обработка изображений, анализ пространственных и плотностных характеристик дефектов. Данный метод отличается своей универсальностью и применяется в разных областях науки и техники, промышленности и народного хозяйства.

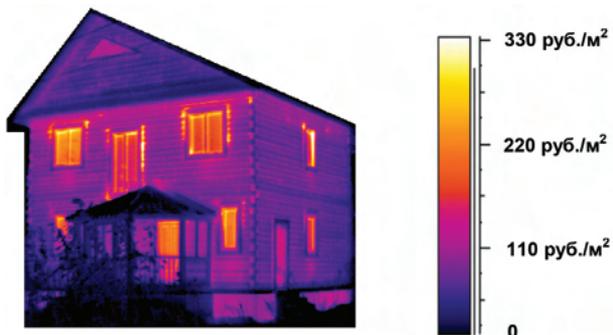


Компактный микротомограф TOLMI-150-10



Просвеченный на TOLMI 150-10 катод ускорителя

## Тепловизионный энергоаудит строительных сооружений



Инфракрасная термограмма жилого дома (цвет на изображении соответствует экономическим потерям на отопление в течение отопительного сезона)

ции и определять технико-экономическую эффективность мероприятий по повышению сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. По сравнению с известными методиками тепловизионной диагностики, настоящая технология позволяет выполнять оценку количественных показателей теплозащиты, а именно, приведенного сопротивления теплопередаче, при 100 %-м обследовании ограждающих конструкций. Для решения вышеуказанных задач применяется инновационная технология, объединяющая использование тепломера для измерения теплового потока в отдельных точках и тепловизора для измерения температуры на фасадах здания.

### Назначение

Диагностика теплозащиты строительных сооружений и определение эффективности мероприятий по реновации ограждающих конструкций

### Текущая стадия

Предлагаются услуги.

### Резюме

Проект связан с проведением энергоаудита строительных сооружений согласно требованиям Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Разработанная технология позволяет оперативно обнаруживать дефекты теплозащиты зданий, а также оценивать фактические теплотери через ограждающие конструк-



## Толщиномеры акустические универсальные ТАУ

### Назначение

Толщиномеры серии ТАУ предназначены для измерения остаточной толщины промышленных объектов, выполненных из различных материалов, по времени распространения ультразвуковой волны.

### Текущая стадия

Серийный выпуск, разработка новых моделей приборов с улучшенными характеристиками.

### Резюме

Главным преимуществом толщиномеров серии ТАУ по сравнению с продукцией аналогичного назначения, является высокая чувствительность, значительно упрощающая процесс измерения и повышающая достоверность результатов контроля.

Важным достоинством является также широкий температурный диапазон (от  $-30$  до  $+40$  С), позволяющий эксплуатировать в любых климатических зонах.



В толщиномерах ТАУ применен наиболее простой и эффективный способ калибровки, который значительно упрощает работу и исключает вероятность ошибок.

Оригинальная разборная конструкция пьезопреобразователей, которыми комплектуются толщиномеры ТАУ, защищена патентом России, и позволяет многократно восстанавливать работоспособность датчиков. Кроме этого, датчики толщиномеров ТАУ имеют минимальные размеры зоны акустического контакта, что существенно снижает трудозатраты по подготовке рабочей зоны перед измерением.

Толщиномеры серии ТАУ эксплуатируются в авиационной, нефтяной, газовой и химической промышленности, при контроле обшивки речных и морских судов, в энергетике, коммунальном хозяйстве, строительстве и даже в судебных органах, везде, где необходимо точно измерять остаточную толщину.

Толщиномеры ТАУ зарегистрированы в государственном реестре средств измерений под № 21928-08 (сертификат Госстандарта № 34752).



## Дефектоскоп электромагнитный ЭД-208

### Назначение

Дефектоскоп электромагнитный ЭД-208 предназначен для контроля сварных труб в потоке их производства. Выявляемые дефекты: непровары и прожоги шва; ужимы; локальные утонения стенки; трещины; закаты; рванины и т. п.

### Описание

В дефектоскопе применен комбинированный многосекторный вихретоковый преобразователь, позволяющий в несколько раз уменьшить неравномерность чувствительности при радиальных смещениях контролируемых изделий. Введено электронное слежение за пространственным положением трубы с корректировкой чувствительности и индикацией вели-

чины радиальных смещений трубы в блоке преобразователей.

Дефектоскоп состоит из блока преобразователей со сменными модулями, электронного блока дефектоскопа и блока намагничивающего тока.



Электронный блок дефектоскопа ЭД-208

### Технические характеристики

Диаметр контролируемых труб, мм	14 - 76
Толщина стенки контролируемой трубы, мм	2 - 4
Скорость движения контролируемой трубы через блок преобразователей, м/с	2 - 4
Порог чувствительности к дефектам	по стандартам DIN и API
Неравномерность чувствительности к точечным дефектам при радиальных смещениях трубы 3 мм относительно оси преобразователя	20 %
Длина неконтролируемых концов труб, мм	50 - 70
Мощность, потребляемая от сети 220 В, Вт	не более 250
Масса дефектоскопа (с блоком преобразователей), кг	не более 150
Габаритные размеры не более, мм	
Электронный блок	480 x 360 x 140
Блок преобразователей	430 x 335 x 192
Блок намагничивающего тока	330 x 180 x 140

## Прибор неразрушающего контроля металлов и сплавов «Термотест»

### Назначение

**Разработанный прибор неразрушающего экспресс-контроля металлов и сплавов позволяет:**

- проводить сортировку готовых изделий по маркам сталей и сплавов;
- определять качество термической обработки металлов;
- определять на деталях и инструменте обезуглероженный слой и его глубину.

### Технические характеристики

- фиксируемая потеря углерода на поверхности стали (при контроле на обезуглероживание) составляет 0,05 %;
- время одного измерения не более 1 секунды;
- потребляемая мощность прибора 6 Вт;
- масса прибора с датчиком 1,5 кг.

### Преимущества

- прибор компактен, обладает высокой чувствительностью;
- отличается измерением дифференциальной термо-ЭДС, исключающей колебания температуры;
- конструкция датчика прибора позволяет измерять дифференциальную термо-ЭДС образца и эталона не вводя паразитных термо-ЭДС контактов;
- высокая разрешающая способность прибора обусловлена сравнением испытуемого изделия или образца с эталоном.

### Текущая стадия

Ведется штучное производство.

### Резюме

Известные приборы контроля металлов, в основе работы которых лежит метод термоэлектродвижущей силы, из-за большой погрешности измерения и низкой чувствительности в производстве не использовались.

В приборе «Термотест» применена технология контроля металлов и сплавов методом дифференциальной термоэлектродвижущей силы в лабораторных и цеховых условиях. В приборе используется принципиально новая схема измерения дифференциальной термоэлектродвижущей силы, позволяющая исключить погрешность измерения, обусловленную изменением температуры горячих электродов в процессе измерения.



## Лазерный монитор для неразрушающего контроля

### Назначение

Неразрушающий контроль изделий и визуализация процессов, скрытых от наблюдения мощной фоновой засветкой, в режиме реального времени.

### Текущая стадия

Разработан действующий макет устройства на базе CuVg-лазера собственного производства с пространственным разрешением 2 мкм и временным – 40 мкс. Проведены первые испытания на тест-объектах, осуществлена визуализация процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), взаимодействия излучения CO<sub>2</sub>-лазера с веществом, горения дуги постоянного тока.



### Резюме

Основная научно-техническая проблема, на решение которой направлен проект, заключается в необходимости визуализации и контроля быстротекущих процессов и явлений в режиме реального времени. В настоящее время на рынке отсутствуют готовые активные оптические системы с высоким временным разрешением, способные визуализировать быстротекущие процессы, экранированные от наблюдателя слоем ярко светящейся плазмы.

### Преимущества

Применение лазера на парах бромида меди с более низкой рабочей температурой и высокой, относительно лазера на парах чистой меди, частотой следования импульсов. Возможность получения изображения в каждом световом импульсе. В настоящее время существует ряд работ, в которых применялись лазерные мониторы на основе лазера на парах чистой меди, однако эти системы обладали рядом недостатков: большие масса и габариты, низкая частота регистрации, относительно невысокое качество изображения. В предлагаемом лазерном мониторе используются оригинальные конструкции активных элементов лазеров на парах бромида меди с активными добавками. Возможно применение активного элемента с емкостной накачкой для повышения срока службы. Применяется система синхронного запуска усилителя и регистрирующей аппаратуры.

## Прибор контроля охлаждающей способности полимерной жидкости «Термограф»

### Назначение

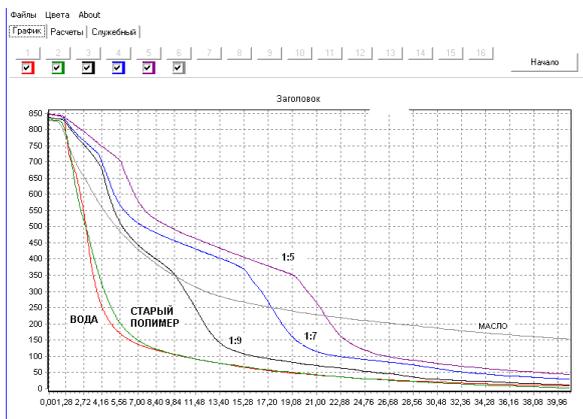
Термограф предназначен для контроля охлаждающей способности полимерной жидкости.

### Текущая стадия

Изготовлены опытные образцы приборов и ведется штучное производство.

### Резюме

Полимерные закалочные среды, ввиду экологической чистоты и пожаробезопасности, были разработаны как альтернатива закалочным маслам. Характерная особенность полимерных закалочных сред - изменение их охлаждающей способности в процессе эксплуатации, что требует внедрения методов и средств систематического контроля охлаждающей способности. «Термограф» позволяет контролировать охлаждающую способность закалочной среды и своевременно доводить ее до необходимой концентрации.



### Конкурентные преимущества

- обеспечивает автоматизированное получение данных для расчета количества корректирующей добавки;
- возможность фиксации высоких скоростей изменения температуры;
- отображает кривую охлаждения на экране монитора;
- рассчитывает скорость охлаждения контрольного термодатчика в задаваемом диапазоне температур;
- может применяться для записи и хранения кри-вых изменения температуры любых процессов.

## Коррозионный мониторинг магистральных трубопроводов

### Назначение

Определение остаточной скорости коррозии и степени электролитического наводороживания стенки трубопровода при различных потенциалах катодной защиты; прогноз технического состояния стенки магистральных газонефтепроводов в процессе их длительной эксплуатации и определение остаточного ресурса. Комплекс может быть использован при проведении изысканий при прокладке трасс трубопроводов и оптимизации их электрохимической защиты на стадиях проектирования и эксплуатации.

### Текущая стадия

Опытный образец. Проведены полевые испытания.

### Резюме

Разработан аппаратно-программный комплекс «Магистраль-1», позволяющий проводить коррозионный мониторинг магистральных трубопроводов. Комплекс выполнен в виде переносного прибора с солнечной батареей, в футляре с наплечным ремнем, к прибору подключаются персональный компьютер и зонд с электродом сравнения типа СЭС-3 и датчиками для проведения исследований в мобильном режиме.

### Оперативная оценка

- коррозионной активности грунта;
- причин и прогноза коррозионного разрушения;
- эффективности катодной защиты;
- наличия блуждающих токов.

### Варианты исполнения

- для оперативной работы в полевых условиях;
- для установки в грунт на КИП.



1. Комплекс «Магистраль»
2. Проведение измерений на контрольно-измерительном пункте магистрального газопровода
3. Электроды СЭС-1 и ЭНЕС-3М





**ОЧИСТКА ВОДЫ**

## Водоочистной комплекс Гейзер ТМ

### Назначение

Водоочистной комплекс Гейзер ТМ предназначен для подготовки питьевой воды из подземных и поверхностных источников. Комплекс может использоваться для снабжения питьевой водой промышленных предприятий, вахтовых поселков, населенных пунктов, предприятий ЖКХ, отдельных жилых домов.

### Текущая стадия

Коммерческий продукт. Штучное производство под заказ.

### Резюме

Основу комплекса составляют специально разработанные наносекундные озонаторы нового поколения. Озонаторы не требуют применения воздухоподготовки и компрессоров, что значительно повышает надежность и упрощает эксплуатацию водоочистных комплексов.

Для перемешивания озона с водой комплексы оснащены эжекторами, которые могут работать при достаточно низком давлении (начиная от 2-х атм.), то есть непосредственно от существующих скважин и сетей без дополнительного повышения давления. Таким образом, применение разработанных озонаторов и эжекторов позволило создать водоочистные комплексы Гейзер-ТМ, отличающиеся простотой и надежностью в эксплуатации.

### Возможности комплекса Гейзер-ТМ

- очистание воды от железа, марганца и других металлов;



- осветление и обеззараживание воды;
- очищение воды от органических веществ;
- удаление растворенных газов;
- улучшение органолептических качеств воды.

Модульная конструкция комплекса позволяет интегрировать системы водоподготовки необходимой производительности на существующих площадях или в блок-боксах от 1 м<sup>3</sup>/час до 30 м<sup>3</sup>/час. Управление комплексом возможно как в ручном, так и полностью автоматическом исполнении.

### В стоимость комплекса входят:

- пусконаладочные работы и подключение к существующим системам водоснабжения;
- блок-модуль;
- предпроектные изыскания по качеству воды;
- 1 год гарантийного обслуживания.



**Комплектации комплекса, в зависимости от уровня автоматизации:**

**Комплектация №1 База**

- комплекс Гейзер ТМ снабжен датчиками уровня воды, отказа насосов, счетчиками воды;
- обслуживание комплекса производится оператором в соответствии с картой регламентных работ.

**Комплектация №2 База +**

- комплекс Гейзер ТМ снабжен датчиками уровня воды, отказа насосов, счетчиками воды;
- автоматизирована промывка механических фильтров;

- промывка основных фильтров производится оператором с пульта управления;
- обслуживание комплекса производится оператором в соответствии с картой регламентных работ.

**Комплектация №3 Авто**

- комплекс Гейзер ТМ снабжен датчиками уровня воды, отказа насосов, счетчиками воды;
- все регламентные работы комплекса проводятся автоматически, на основании данных об объеме воды прошедшем очистку;
- функции оператора сведены к отбору проб воды для контроля ее качества, 1 раз в месяц.



Гейзер ТМ - 10



Гейзер ТМ - 1,5

## Водоочистной комплекс «Импульс»

### Назначение

Очистка воды из подземных источников до качества, соответствующего требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест», и придание воде вкусовых качеств, присущих природным водам горных рек.

### Текущая стадия

Коммерческий продукт. Штучное производство «под заказ».

### Резюме

Технологический процесс является экологически чистым и включает аэрацию, электроимпульсную обработку воды и фильтрацию на механических фильтрах с недорогой загрузкой из природных минералов («горелая порода»). Электроимпульсная обработка воды основана на совместном действии природных окислителей (озон, радикалы ОН, атомарный кислород и др.). При этом воспроизводятся явления, происходящие в природе во время грозовой деятельности, и сохраняются естественные свойства воды. Блок электроразрядной обработки воды представляет собой «мокрый озонатор» размещенный непосредственно в аэрированном потоке воды, что позволило упростить схему очистки и снизить стоимость оборудования. Использование всех положительных факторов, сопровождающих разряд (активные короткоживущие частицы, озон, ультрафиолет, электрическое поле и др.) дало возможность значительно снизить энергопотребление и существенно повысить эффективность обработки.

### Возможности комплекса

- удаление металлов (железо, марганец, свинец, медь, кадмий и др.);
- снижение содержания органических веществ (фенол, формальдегид, нефтепродукты и др.);
- удаление запахов (отдувка растворенных в воде газов: метана, радона, углекислого газа и др.), осветление, улучшение вкусовых качеств воды;
- обеззараживание.

### Преимущества

- низкое энергопотребление при высокой эффективности обработки воды благодаря использованию оригинальной технологии очистки;
- отсутствие химических реагентов и расходных материалов;
- простота и надежность в эксплуатации и обслуживании;
- экологическая безопасность;
- высокий показатель соотношения качество-цена;
- окупаемость установок 0,5-2,5 года;
- стоимость 1 м<sup>3</sup> воды – 0,3 \$.



## Водоочистной комплекс «Аэрозон»

### Назначение

Комплекс предназначен для производства питьевой воды из подземных источников и открытых водоемов, снабжения питьевой водой предприятий различных отраслей промышленности, организаций и учреждений, вахтовых поселков, селений, жилых домов.

Комплекс «Аэрозон» предназначен для очистки воды от механических примесей, железа, марганца, фенола, нефтепродуктов, улучшения органолептических показателей до соответствия требованиям СанПиН 2.1.4.1074.

### Текущая стадия

Ведется штучное производство. В Западной Сибири успешно эксплуатируются 18 комплексов «Аэрозон». Сертификат соответствия № С RU.АИ62.В00068.

### Резюме

В технологии очистки воды используется озони-

рование – универсальный метод обработки воды, наиболее эффективно воздействующий на большое число различных загрязнений искусственного и естественного происхождения. Применяется двухступенчатая схема окисления – аэрация и озонирование. Обработанная вода осветляется на фильтрах с минеральным фильтрующим материалом и, при необходимости, очищается сорбционными и ионообменными материалами. Ступенчатая схема очистки существенно снижает нагрузку на сорбционные материалы, обеспечивая их эффективное использование.

### Преимущества

- полная автоматизация управления комплексом по требованию заказчика;
- для озонирования воды применяются вакуумно-эжекционные аппараты – наиболее эффективный способ смешения воды с озоном;
- ступенчатая схема озонирования снижает габариты комплекса при одновременном увеличении эффективности очистки воды.



## Технологический комплекс очистки и обеззараживания хозяйственных промышленно-бытовых сточных вод

### Назначение

Обеззараживание и очистка хозяйственно-бытовых сточных вод от широкого спектра загрязнений: улучшение органолептических показателей, удаление органических загрязнений, воздействие на загрязнения в коллоидной форме за счет перевода их в фильтруемый осадок, удаление тяжелых металлов, снижение ХПК, БПК, обеззараживание/стерилизация воды.

### Текущая стадия

Проектирование, изготовление, поставка комплексов «под ключ», в т. ч. размещение в блок-боксах.

Оборудование поставлено в ООО «Газпром трансгаз Томск».

Патент РФ № 2473469 «Способ очистки сточных вод», от 05.08.2011. Сертификат соответствия Российской Федерации № С-RU.AB28.B.01256, экспертное заключение по результатам санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции №6976 от 10.11.2011, технические условия ТУ 4859-12-02069303-11.

### Резюме

**Технологический цикл обработки включает три основные ступени:**

- предварительная очистка хозяйственно-бытовых сточных вод от механических загрязнений;
- обработка водных растворов электронным пучком, генерируемым импульсным сильноточным электронным ускорителем «АСТРА-М»;
- доочистка обработанной воды от образовавшегося осадка (степень очистки до 5 мкм).

### Технические характеристики

- потребляемая мощность ускорителя 12 кВт;
- производительность комплекса до 1 м<sup>3</sup>/ч.

### Преимущества

- соответствие обработанной воды СанПиН 2.1.5.980-00. «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»;
- одновременное воздействие на все показатели воды;
- поражение микроорганизмов всех видов;
- отсутствие дорогостоящих расходных компонентов, в том числе химических добавок;
- многофакторное воздействие на все химические примеси;
- возможность эксплуатации оборудования в промышленном помещении благодаря применению местной биологической защиты ускорителя;
- полная автоматизация и контроль процесса обработки;
- мобильность комплекса обеззараживания и очистки водных растворов.





# ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



## Всерезжимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем

### Назначение

Предназначен для непрерывного и высокоточного моделирования в реальном времени и на неограниченном интервале единого спектра всевозможных нормальных и аварийных режимов и процессов, включая трехфазные по мгновенным значениям, в оборудовании и электроэнергетических системах (ЭЭС) в целом.

### Текущая стадия

Разработанная система, названная всережимным моделирующим комплексом реального времени ЭЭС (ВМК РВ ЭЭС), ранее изготовлена для Тюменской энергосистемы и для научно-исследовательских и учебных лабораторий Томского политехнического университета. Поэтому разработка прошла надежные и всесторонние лабораторные и эксплуатационные испытания. Кроме этого, выполнен и сдан проект модернизированного ВМК РВ ЭЭС для ОАО «ФСК ЕЭС». ВМК РВ производится на базе научно-исследовательской лаборатории моделирования электроэнергетических систем Энергетического института ТПУ.

### Резюме

Представляет собой многопроцессорную программно-техническую систему гибридного типа. Может работать автономно и информационно взаимодействовать с различными внешними программами. Для пользователей является современным многофункциональным автоматизированным рабочим местом (АРМ).



### Область применения

Достоверный и оперативный анализ всевозможных нормальных и аварийных режимов и процессов в оборудовании и ЭЭС в целом для целей всережимного советчика диспетчера и тренажера реального времени, точной и оптимальной настройки и проверки релейной защиты, технологической и противоаварийной автоматики, а также проектирования и исследования условий работы оборудования и ЭЭС.

### Конкурентные преимущества

В отличие от известных средств аналогичного назначения исключает необходимость декомпозиции естественно непрерывного процесса производства, распределения и потребления электроэнергии во всем диапазоне всевозможных нормальных и аварийных режимов работы ЭЭС, а также значительно упрощения математических моделей ЭЭС и ограничения интервала воспроизведения процессов. Кроме того, при этом обеспечивается моделирование в реальном времени.

## Всережимный диспетчерский тренажер реального времени

### Назначение

Тренажер реализован на основе всережимного моделирующего комплекса реального времени (ВМК РВ) ЭЭС, который непрерывно, в реальном времени и на неограниченном интервале воспроизводит полный спектр всевозможных нормальных и аварийных процессов в оборудовании и энергосистеме в целом.

### Текущая стадия

Тренажер производится на базе научно-исследовательской лаборатории моделирования электроэнергетических систем Энергетического института ТПУ.

### Резюме

Исходный квазиустановившийся режим в ВМК РВ ЭЭС и, соответственно, в тренажере задается интерактивно или автоматически редактируемой базой данных, в которой данные начального схемно-режимного состояния ЭЭС могут импортироваться по компьютерной сети из ка-



ких-либо других баз, в том числе оперативно-информационного комплекса (ОИК).

### Область применения

Автоматизированные рабочие места (АРМ) участников диспетчерских тренировок и оператора (руководителя) диспетчерских тренировок для отображения текущей информации и, если нужно, управления различными средствами, параметрами и настройками могут использовать планшетные формы ОИК или разработанные для этих целей более информативные и многофункциональные динамические панели наблюдения и управления.

### Конкурентные преимущества

Тренировки могут проводиться по запрограммированному или произвольным интерактивно задаваемым оператором сценариям. В запрограммированных сценариях тренировок реально отсутствующих участников заменяет оператор, который выполняет за них поступающие по телефонной диспетчерской связи распоряжения.



## Устройство защиты от замыканий на землю в обмотке статора синхронных генераторов, работающих на общие шины

### Назначение

Предназначено для защиты от замыканий на землю в распространенных в российской энергетике схемах включения генераторов, когда они гальванически связаны с другими генераторами или с внешней сетью.

### Текущая стадия

Освоено серийное производство на специализированном предприятии (НПП «ЭКРА» г. Чебоксары). Комплексная цифровая защита генераторов, в составе которой применена защита от замыканий на землю, введена в эксплуатацию на 42 генераторах на следующих электростанциях: Кемеровская ГРЭС, Кемеровская ТЭЦ, Кузнецкая ТЭЦ, Красноярская ГЭС, Нижне-Камская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС, Чебоксарская ГЭС, Путкинская ГЭС.

### Резюме

Работа защиты при устойчивых замыканиях обеспечивается за счет наложения на первичные цепи электроустановки тока с частотой 25 Гц путем включения специального источника в цепь дугогасящих реакторов. При дуговых перемежающихся замыканиях защита работает за счет низкочастотных гармоник, появляющихся в напряжении и токе нулевой последовательности из-за того, что частота пробоев изоляции в электроустановках с компенсацией ёмкостного тока при таком виде замыкания значительно ниже промышленной. При использовании контрольного тока с частотой 25 Гц и низкочастотных гар-



моник при дуговых перемежающихся замыканиях защита может подключаться к фильтру токов нулевой последовательности из типовых фазных трансформаторов тока, так как отстройка от тока небаланса осуществляется по частоте.

### Конкурентные преимущества

- защита не имеет зоны нечувствительности при замыканиях на землю вблизи нейтрали обмотки статора и обладает свойством избирательности по отношению к поврежденному генератору;
- защита правильно функционирует как при устойчивых, так и при перемежающихся замыканиях;
- используется на промышленной основе в составе современных комплексных цифровых устройств релейной защиты;
- для ряда схем электроустановок защита не имеет аналогов.

## Энергетическое обследование для обеспечения рационального использования энергоресурсов

### Назначение

Независимая проверка энергетических хозяйств предприятий, выявление центров не-рационального использования энергетических ресурсов и разработка экономически обоснованных мер по их снижению.

### Текущая стадия

Сотрудничество по предлагаемым энергетическим обследованиям может иметь как традиционную форму договора о выполнении работ, так и форму научно-технического консалтинга и тренингов персонала.



### Резюме

Энергетическое обследование отличается от известных технологий совершенствования энергетического регламента способами получения объективной, независимой и оперативной информации о состоянии энергохозяйства, его режимах и количественных характеристиках использования энергетических ресурсов. Оригинальное методическое обеспечение апробировано на многочисленных предприятиях и его уровень подтвержден сертификатами Межрегиональной Ассоциации энергоэффективности и нормирования». Методическое обеспечение может представлять самостоятельный рыночный продукт.

## Гибридная система буферного накопления электроэнергии для систем автономного электроснабжения (ГСБНЭ)

### Назначение

Предназначена для согласования режимов производства и потребления электроэнергии в изолированных энергетических комплексах, включающих несколько независимых генерирующих установок, с целью повышения их энергетической эффективности.

### Текущая стадия

Изготовлен экспериментальный образец гибридной системы буферного накопления энергии для автономных энергоустановок возобновляемой энергетики ГСБНЭ-2/5-ШПТ на пиковую мощность 2 кВт.

### Резюме

Позволяет реализовать функции «максимального отбора мощности» для энергоустановок возобновляемой энергетики и функцию управления рабочими режимами дизель-генераторов по критерию минимизации расхода топлива, что обеспечивает **повышение энергетической эффективности всего энергетического комплекса за счет:**

- снижения себестоимости вырабатываемой электрической энергии до 20 % в сравнении с традиционными системами автономного электроснабжения;
- уменьшения установленной мощности автономных электростанций до 20 % от базового варианта и повышение ресурса основного генерирующего оборудования на 10 %;
- экономии до 15 % дорогостоящего дизельно-

го топлива в сравнении со стандартными схемами построения дизельных электростанций;

- повышение качества выходного напряжения в периоды пика нагрузок за счет уменьшения величины отклонения амплитуды и частоты выходного напряжения не менее, чем на 30 % в сравнении с традиционной дизельной электростанцией.

### Конкурентные преимущества

- возможность включения в состав системы любой автономной энергетической установки в независимости от установленного силового оборудования;
- эффективные алгоритмы управления позволяют максимально полезно использовать потенциал установок возобновляемой энергетики;
- уменьшение расхода топлива до 25 %;
- снижение себестоимости вырабатываемой электроэнергии до 15 %;
- повышение эксплуатационного ресурса генерирующего оборудования за счет реализации рациональных рабочих режимов.



## Система мониторинга теплового состояния тяговых электродвигателей

### Назначение

Система мониторинга теплового состояния (СМТС) предназначена для контроля теплового состояния тяговых электродвигателей (ТЭД) постоянного тока при испытаниях на испытательной станции и в процессе эксплуатации на локомотиве.

### Текущая стадия

Система МТС создана по заказу ОАО «РЖД» для оснащения скоростной ТЭЛ, предназначена для испытания новых локомотивов. Может применяться для тепловых испытаний ТЭД, ВЭМ постоянного тока в локомотивных депо, на заводах ОАО «РЖД» и в других отраслях промышленности для теплового мониторинга коллекторных электрических машин.

### Резюме

Система МТС двигателя представляет программно-аппаратный комплекс, состоящий из датчиков (температуры, тока, частоты вращения, напряжения и расхода охлаждающего воздуха), микропроцессора, интерфейса и программного обеспечения.

#### **Измеряемые параметры:**

- температура охлаждающего воздуха на входе и выходе;
- температура остова;
- токи якоря и возбуждения;
- напряжение;
- частота вращения якоря;
- расход охлаждающего воздуха.

Снимаемые с датчиков параметры обраба-

тываются в микропроцессоре с реализованной в нем тепловой математической моделью. Математическая тепловая модель позволяет рассчитать температуры до 24 узлов ТЭД, включая отдельные вращающиеся части якоря. Максимальная погрешность расчетов не превышает 9 %.

### Преимущества

- система позволяет контролировать температуры узлов ТЭД в реальном времени в течение длительного процесса испытаний или эксплуатации с записью в память и визуализацией для принятия решений;
- система отслеживает максимальные температуры, сравнивает их с предельно допустимыми и рассчитывает остаточный ресурс ТЭД;
- система предусматривает установку датчиков в легкодоступных узлах двигателя;
- при использовании в тягово-энергетической вагон – лаборатории (ТЭЛ) — предусмотрено автоматизированное рабочее место оператора (АРМ).



## Методика оценки эффективности применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии

### Назначение

Оценка эффективности применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ): солнца, ветра, малых водотоков.

### Текущая стадия

Предлагаемая методика была опробована на примере Томской области. Исходными данными расчетов являются кадастр нетрадиционных и возобновляемых источников рассматриваемого региона, технические и экономические показатели комплекующих и оборудования, выпускаемого ведущими российскими предприятиями, Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН) на строительные и монтажные работы.

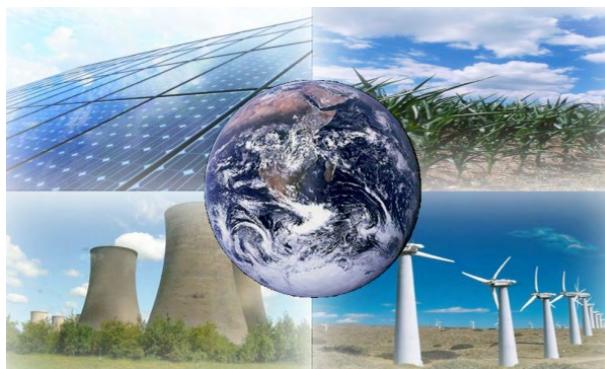
### Резюме

Предлагаются критерии и методика оценки эффективности применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ): солнца, ветра, малых водотоков.

**В качестве критериев оценки эффективности применения ВИЭ использованы 3 группы показателей:**

- технические;
- экономические;
- социально-экологические.

Оценка эффективности применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для электрификации объектов, не имеющих централизованного электроснабжения, производится на основе сравнительного технико-экономического анализа всех возможных вариантов электрификации. При этом



рассматриваются варианты электроснабжения не только от нетрадиционных источников энергии, но и вполне традиционные варианты: строительство линий электропередач и использование дизельных электростанций.

В группу технических показателей входит всего один критерий — критерий технической выполнимости проекта.

К группе экономических показателей отнесены два критерия: приведенные годовые затраты на 1 кВт установленной мощности энергоустановки и себестоимость вырабатываемой электроэнергии.

В качестве социально-экологических критериев эффективности применения различных вариантов электроснабжения принимались следующие:

- потенциальная угроза жизни людей;
- наличие топливной составляющей;
- отчуждение земли;
- влияние на птиц и животных;
- акустическое воздействие и вибрация;
- электромагнитное излучение.

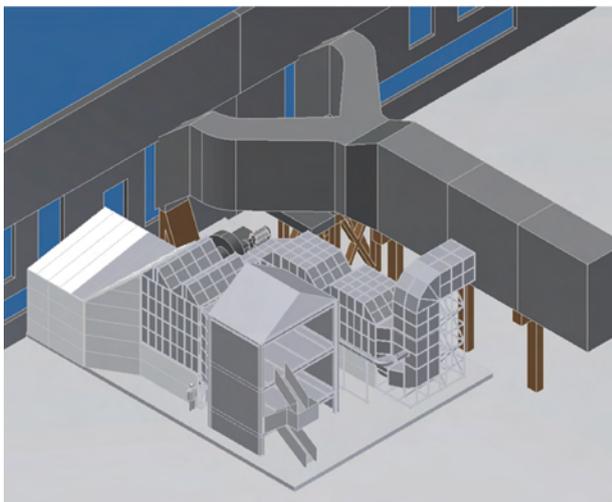
## Осушение дымовых газов котлов на природном газе с использованием теплоты конденсации водяных паров

### Назначение

Разработка и проект предназначены для применения в области теплоэнергетики для повышения коэффициента полезного действия котлов, работающих на природном газе не менее чем на 2,3 %. При наличии продуктов сгорания водорода или углеводородного топлива установка позволяет существенно (на 6 – 10 %) повысить коэффициент использования тепла для целей теплоснабжения.

### Текущая стадия

Разработан проект установки, создан опытный образец установки. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования на опытном образце установки. Полученные результаты были использованы для разработки математической модели и программы



расчета оптимальных конструктивных параметров установки и ее элементов.

### Резюме

Предлагается комплексное энергосберегающее решение: Осушение дымовых газов. Снижение точки росы. Устранение конденсации паров в дымовой трубе. Утилизация тепла дымовых газов. Полезное использование теплоты конденсации водяных паров, содержащихся в дымовых газах. Частичное или полное замещение отопительной нагрузки на собственные нужды (отопление производственных помещений; подогрев воздуха для подачи в котел). Повышение КПД котла.

### Преимущества

- непосредственный теплообмен между влажными и осушенными дымовыми газами;
- полезное использование теплоты конденсации водяных паров (в основном) для подогрева воздуха;
- применение поверхностных (пластинчатых) теплообменных аппаратов;
- каждое конкретное решение разрабатывается под параметры и нужды заказчика;
- срок окупаемости установки – один отопительный сезон.

КПД котла увеличивается на 1 % только за счет подогрева воздуха, требуемого для горения природного газа. На подогрев этого воздуха приходится 51 кВт мощности устройства, а остальное тепло используется для воздушного отопления помещений.

## Универсальные топливные брикеты на основе низкосортного сырья

### Назначение

Использование топливных брикетов из низкосортного сырья (торф, сапрпель, бурый уголь, и т. д.) для сжигания в существующих топливо-сжигающих устройствах.

### Текущая стадия

Лабораторный образец.

### Резюме

**Разработанная технология состоит из трех технологических этапов:**

- термическая обработка низкосортного топлива – на данном этапе низкосортное топливо без предварительной подготовки подвергается низкотемпературному пиролизу, результатом чего является получение продуктов пиролиза: углеродистый остаток, пиролизная смола, подсмольная вода и топливный газ;
- формирование брикетного сырца – на основе продуктов пиролиза формируется брикетный сырец;
- получение брикета – завершающий этап технологий, на котором брикетный сырец сушится за счет тепла дымовых газов, получаемых при обогреве в процессе пиролиза.

### Конкурентные преимущества

- возможность сжигания в существующих топливо-сжигающих устройствах;
- 100 % влагостойкость;
- сочетание прочности и влагостойкости;
- высокая теплота сгорания и нулевая влажность;

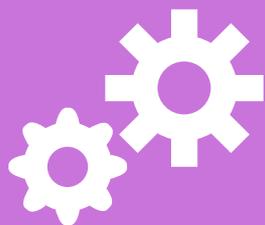
- низкое отношение цены брикетов к теплоте сгорания в сравнении с конкурентами.

### Область применения

Топливные брикеты предназначены для коммунально-бытовых нужд, «малой» энергетики.



Исходное сырье (сверху) и топливные брикеты(снизу)



**МАШИНОСТРОЕНИЕ**



## Высокопрочные антифрикционные бронзы с легкоплавкой фазой

### Назначение

Изготовление бронзовых колец, втулок и деталей с высокой износостойкостью и прочностными характеристиками.

### Текущая стадия

Промышленный образец, мелкосерийное производство.

### Резюме

Проблема низкой прочности изделий, изготовленных из свинцовисто-оловянистых бронз, является ключевой для узлов деталей машин, работающих на трение и износ в условиях значительных нагрузок и давлений. Свинец в таких бронзах значительно повышает антифрикционные свойства. Свинец обладает очень низкими прочностными характеристиками и значительно снижает прочностные свойства материала. Для решения этой проблемы в данном проекте было использовано такое инновационное решение как использование покрытий с нанопорошками, наносимых на внутреннюю поверхность литейной формы. Использование образцов на основе нанопорошков позволяет существенно изменить микроструктуру исследуемых сплавов за счет торможения процесса кристаллизации и устранить газовые дефекты на поверхности, так как вводимые в состав покрытий нанопорошки служат адсорбентом для газов, значительно снижая газовыделение с поверхности раздела расплав – литейная форма. Это повышает прочностные свойства отливок при сохранении триботех-

нических характеристик. Эти особенности позволяют использовать полученные отливки в ответственных узлах машин механизмов, работающих в условиях повышенных удельных нагрузок.

### Преимущества

- простота изготовления покрытия за счет использования малого числа компонентов;
- получение деталей с более высокими прочностными характеристиками за счет создания плотной структуры без литейных дефектов;
- возможность получения отливок в кокиль с низкими припусками на последующую механическую обработку;
- экономия затрат за счет высокой удельной поверхности нанопорошков и увеличения сроков службы кокиля.



## Оборудование для формирования объемного самостоятельного разряда в газах атмосферного давления

### Назначение

Оборудование для формирования объемного самостоятельного разряда в газах атмосферного давления предназначено для осуществления плазмохимических реакций, обработки поверхности металлов и тканых материалов с целью очистки, обеззараживания и активации перед осаждением покрытий, а также дезинфекции помещений.

### Текущая стадия

Проектирование, изготовление, поставка под заказ.

### Описание

Низкотемпературная газовая плазма образуется в объемном самостоятельном разряде в различных газах и их смесях. Устройство состоит из генератора высоковольтных наносекундных импульсов и плазмохимического реактора. Генератор высоковольтных импульсов построен на принципе электромагнитного сжатия электрических импульсов и состоит из задающего генератора и высоковольтного блока. Плазмохимический реактор представляет собой электродную систему из катода с предионизатором и анода, предназначенными для формирования объемного разряда при подаче электрического импульса на эту систему.

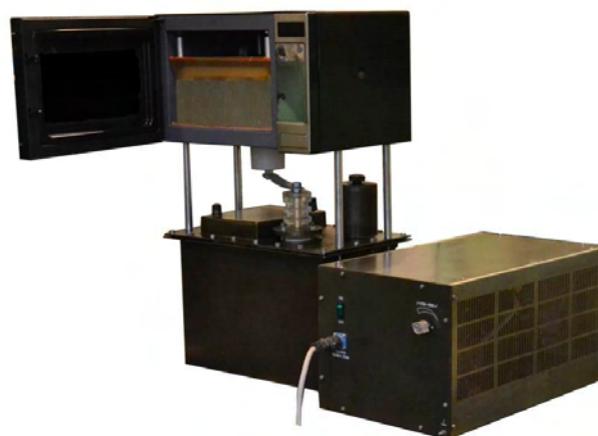
### Характеристики

- частота следования импульсов –  $600 \div 1000 \text{ с}^{-1}$ ;
- амплитуда импульсов на согласованной нагрузке – 20 кВ;

- длительность импульсов на полувысоте – 40 нс;
- энергия импульсов – 0,4 Дж;
- площадь катода –  $230 \times 240 \text{ мм}$ ;
- расстояние анод-катод – 17 мм;
- разрядный объем – 0,95 л;
- расход рабочего газа  $\leq 200 \text{ л/час}$ .

### Преимущества

- простота конструкции плазмохимического реактора;
- высокая степень однородности плазменного объема;
- возможность регулирования мощности устройства на два порядка.
- рабочие газы атмосферного давления:
- чистые  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{He}$  и д. р.
- смеси газов.



## Оборудование для дуговой сварки покрытыми электродами в зоне действия возмущающего магнитного поля

### Назначение

Снижение временных и материальных затрат на проведение сварочных работ при наличии возмущающего магнитного поля.

### Текущая стадия

Разработана конструкторская документация и изготовлены опытные образцы оборудования.

### Резюме

Остаточная намагниченность элементов трубопроводного транспорта существенно затрудняет получение неразъемных соединений с использованием дуговой сварки из-за магнитного дутья. Особенно это актуально после проведения магнитной дефектоскопии изделий, в результате чего величина напряженности магнитного поля в зоне сварки может достигать 100 мТл, что превышает допустимый уровень в 50 раз и, как следствие, процесс дуговой сварки становится невозможным. Применяемые в настоящее время приборы принудительного размагничивания металла в зоне сварки (ПКНТ, ЛАБС-7К, АУРА-7001-3 и т.п.) предполагают оперативный контроль напряженности магнитного поля и соответствующую корректировку заданных параметров режима их работы в процессе сварки, что сложно реализовать на практике. Кроме того, монтаж такого оборудования на свариваемые элементы и начальная настройка режима его работы требуют участия опытного обслуживающего персонала и значительных временных затрат. При этом результаты эксплуатации подобного

оборудования характеризуются низкой эффективностью использования материальных ресурсов. Инновационным решением проблемы дуговой сварки намагниченных изделий является использование специализированного источника питания, формирующего в сварочной цепи прямоугольные импульсы тока, полярность которых меняется при определенном отклонении дуги от оси электрода (патент №2245231). Такой алгоритм коммутации тока в сварочной цепи исключает обрывы дуги, стабилизирует ее пространственное положение и обеспечивает формирование сварного соединения высокого качества при возмущающем воздействии внешнего магнитного поля напряженностью до 100 мТл.



*Результат попытки сварки намагниченной трубы с применением стандартных сварочных источников питания (сварка невозможна)*



*Результат попытки сварки намагниченной трубы с применением ИСТ-201 (разработка ТПУ)*

## Автоматизированный комплекс для триботехнических испытаний конструкционных материалов и смазочных сред

### Назначение

Автоматизированный комплекс предназначен для решения задач повышения эффективности и достоверности результатов триботехнических испытаний конструкционных материалов и смазочных сред за счет максимального приближения условий испытаний к реальным условиям функционирования узлов трения машин и механизмов.

Комплекс позволяет реализовать наиболее распространенные схемы трения при вращательном и возвратно-вращательном движениях исполнительного органа с коэффициентом взаимного перекрытия поверхностей от 0 до 1.

Комплекс применяется для оценки антифрикционности, износостойкости и несущей способности как серийно-выпускаемых, так и вновь создаваемых конструкционных материалов и смазочных сред в научно-иссле-

довательских центрах, институтах, на предприятиях всех отраслей. Возможность оценки остаточного ресурса узлов трения автомобильной и строительно-дорожной техники позволит применять комплекс на автобазах крупных фирм, компаний, концернов и т. д.

### Краткое описание

Автоматизированный комплекс позволяет воспроизводить с максимально возможной точностью реальные условия нагружения узлов трения технических систем, работающих по схемам «вал-втулка» «вал-колодка» «вал-колодки», с учетом критериев геометрического, кинематического и динамического подобия. Комплекс реализует идею распознавания состояния технической системы, воспринимая сигналы от датчиков и формируя ряд диагностических признаков, в зависимости от которых определяется состояние узла трения и значение его внутренних параметров, дает заключение о возможности дальнейшей эксплуатации.

Реализовано программное управление тремя параметрами: частота вращения контртела (с частотой управления до 10 Гц), усилие нормального нагружения узла трения (с частотой управления до 18 Гц), температура смазочной среды в камере трения. К программно-регистрируемым параметрам относятся: частота вращения контртела (от 0 до 3000 об/мин); угол поворота контртела; момент трения (от 0 до 5 Нм); усилие нормального нагружения (от 0 до 5000 Н); температура у поверхности трения (от +20 до +600 °С); температура смазочной среды (от +20 до +200 °С); ли-

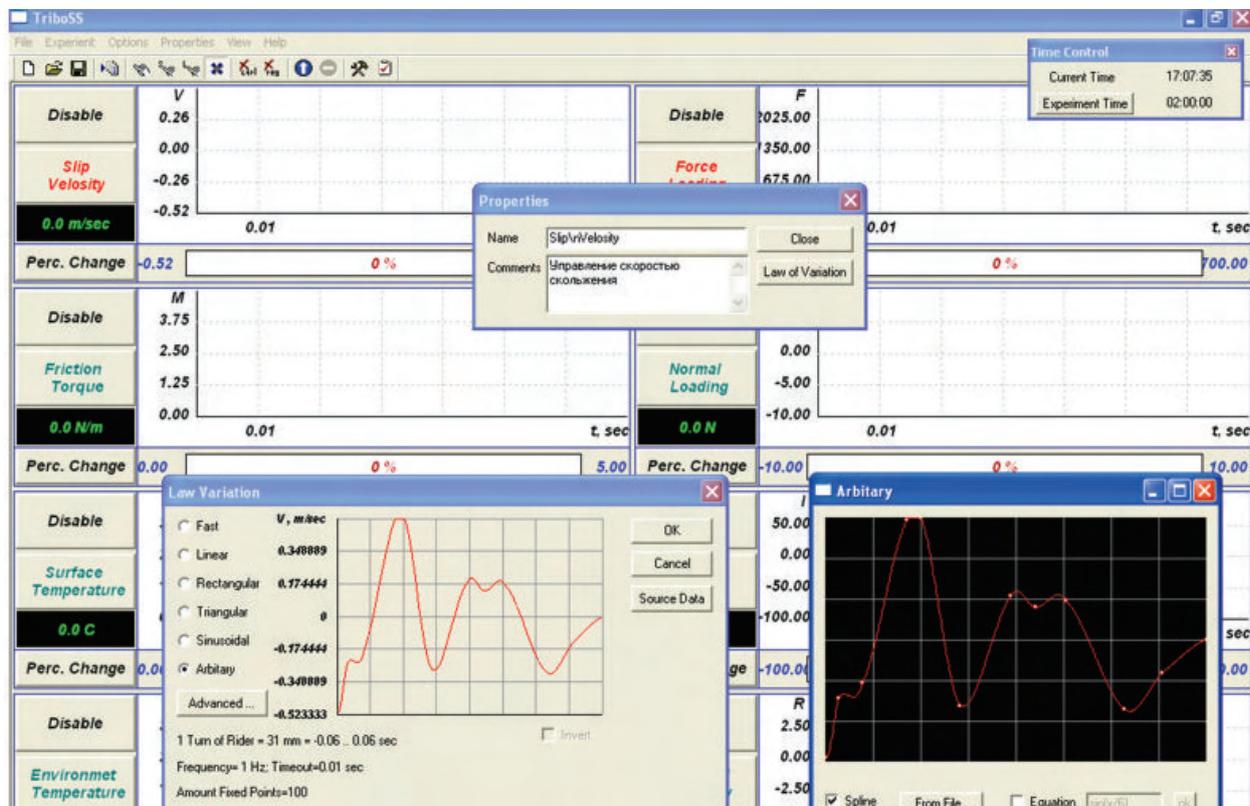


нейный износ пары трения (от 0 до 2 мм); избыточное давление смазочной среды в камере трения (от 0 до 1 МПа).

## Преимущества

- возможность изменения скорости скольжения и нормального усилия нагружения испытываемого трибосопряжения бесступенчато по любому закону во времени;
- полная автоматизация процессов управления комплексом и последующей обработки регистрируемой информации;
- компактность, мобильность, простота кон-

- струкции, низкая стоимость;
- оригинальная конструкция испытательной камеры, обеспечивающая беспрепятственное удаление из нее продуктов износа;
- вертикальная компоновка испытательной камеры с возможностью создания в ней избыточного давления смазочной среды;
- наличие системы циркуляции, фильтрации и терморегуляции испытываемой смазочной среды.



## Высоковольтное электроимпульсное бурение

### Назначение

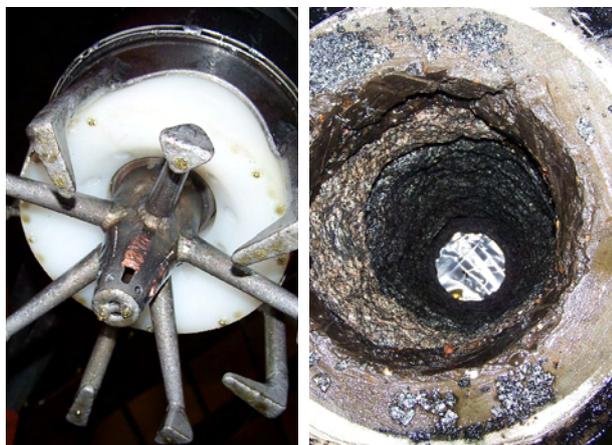
Бурение скважин в крепких горных породах.

### Текущая стадия

Экспериментальные образцы снарядов для бурения скважин диаметром 125-400 мм. Разработана технология, создан опытный образец установки для бурения горных пород.

### Резюме

Технология электроразрядного бурения основана на разрушающем воздействии электрического импульсного разряда в толще горной породы. Куски породы откалываются от массива в результате растягивающих усилий, созданных разрядным каналом в объеме породы. Необходимым условием технологии является наличие жидкости (низкопроводящего бурового раствора) над поверхностью породы в зоне бурения.



### Преимущества

- высокая скорость бурения и слабая ее зависимость от прочности горных пород (2 м/час при бурении скважины диаметром 380-400 мм в образце гранита);
- низкая стоимость буровой коронки и малый износ ее электродов, которые изготавливаются из обычной стали;
- отсутствие вращающегося бурового снаряда (в качестве рабочего инструмента используется электрическая искра);
- высокая производительность проходки скважин за счет уменьшения количества спускоподъемных операций.

---

# inno.tpu.ru



Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Телефон: +7 (3822) 60-61-70

E-mail: [ctt@tpu.ru](mailto:ctt@tpu.ru)

