

Национальный  
исследовательский  
**Томский**  
государственный  
университет

## Биобезопасность в контексте развития технологий инженерной биологии

Ворожцов Александр Борисович, проректор по научной и инновационной деятельности

Сазонов Алексей Эдуардович, советник при ректорате

[sazonov\\_al@mail.ru](mailto:sazonov_al@mail.ru)

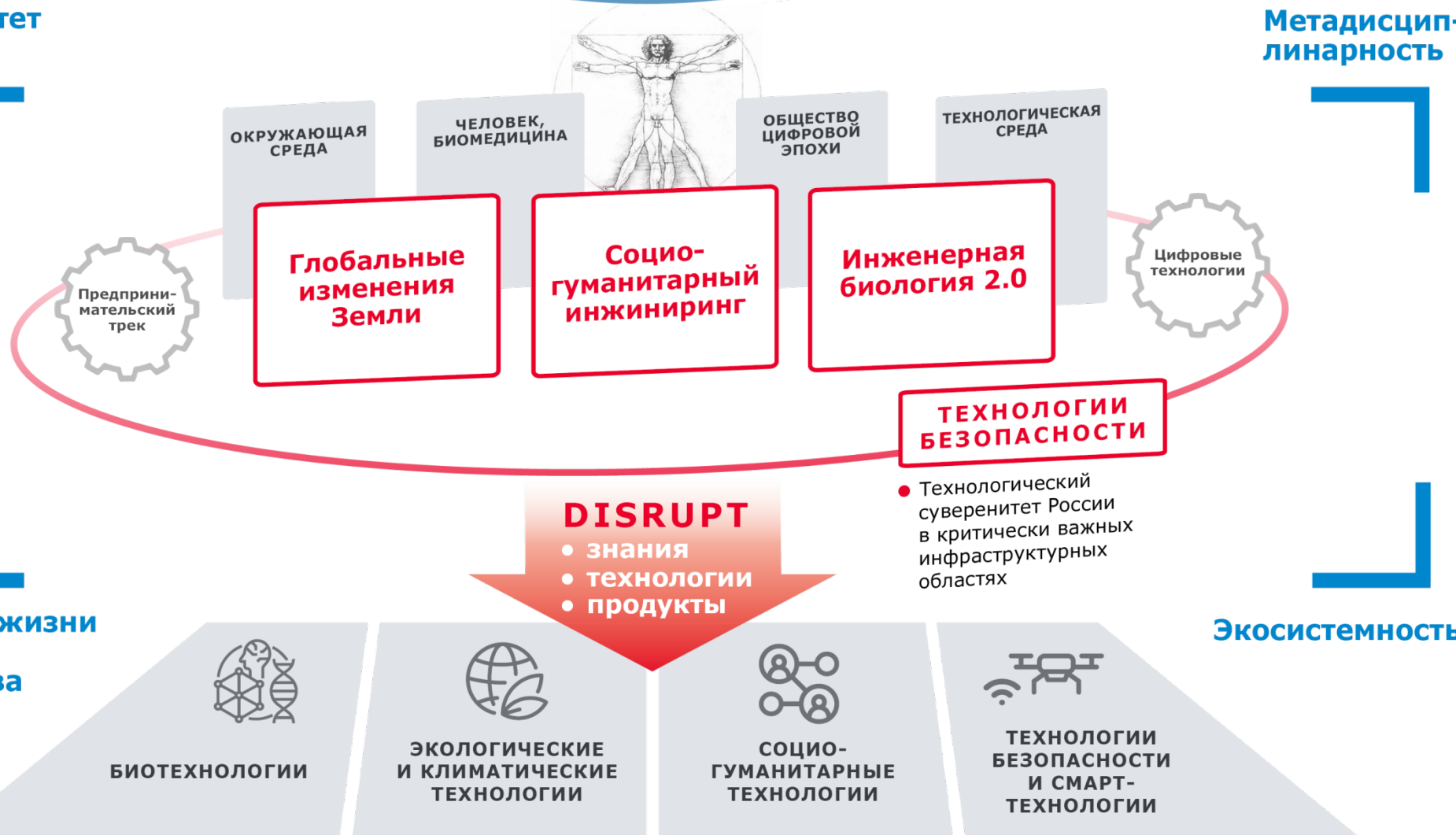
# Целевая модель университета



**приоритет2030<sup>^</sup>**  
лидерами становятся

Университет прорыва

Метадисциплинарность



НОВЫЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЫНКИ

# Суверенные технологии безопасности для устойчивого развития

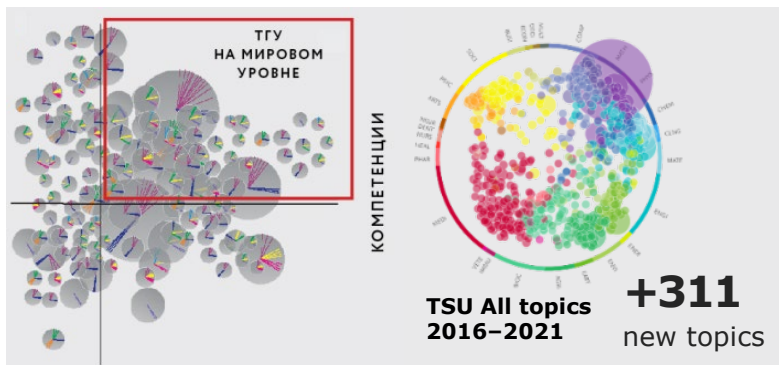


приоритет2030<sup>^</sup>

лидерами становятся

## Фронтирные исследования

- **Биобезопасность и противодействие биогенным угрозам**
- Квантовый редизайн материалов, высокоэнергетических систем и приборов
- Кибербезопасность в экосистеме квантовых коммуникаций
- Радиоволновое зрение
- Психотехнологическое прогнозирование и превенция психоэмоциональных нарушений



## Мировые исследователи



Михаил Шеремет  
h-56



Юрий Чумляков  
h-50



Эдвард Дрейзин  
h-45



Дмитрий Эскин  
h-42

2030

## Платформа и депозитарий суверенных технологий безопасности

### Emerging and Disruptive Technology

- **Биоматериалы**
- **Технологии экстремальной и реабилитационной медицины**
- Квантовый интернет
- Доверенные 5G/6G инфокоммуникационные и киберфизические системы с AI
- Atomically Precise Manufacturing
- Stand-off детекция опасных веществ
- **Нанотехнологии нейтрализации бактериологических агентов**

2021–2030

**1000+**

публикаций  
WoS и Scopus  
Q1–Q2

**100+**

патентных  
заявок

**40+**

образовательных  
программ  
ВО и ДПО

**15 млрд руб.**

исследований  
и разработок

Новые вирулицидные и бактерицидные материалы  
2021–2022

Оборудование подповерхностной локации и радиовидения  
2023–2025

Аппаратура дистанционного обнаружения взрывчатых веществ  
2024–2025

Доверенные телекоммуникационные и киберфизические системы  
2026–2027

Средства борьбы с техногенными авариями (Аэрошуп и др.)  
2022–2028

Новые высокоэнергетические соединения  
2025–2027

Безопасные социальные сети  
2025–2030



# Инженерная биология 2.0

«Живые машины» для нового технологического уклада

## Фронтальные исследования

- Биоинформатика и биомоделирование
- Геномное редактирование
- Искусственные генные сети
- Белковая инженерия
- «Омиксный анализ»



Объем биотеха РФ  
0,1% от мирового

## Анализ рынков

Рост российского рынка – 5% в год (2016–2020)

businessstat.ru



Global Biotechnology Market, 2019-2030 (USD BN)

## Национальная сеть «Инженерная биология» 4 консорциума

### Трансляционная медицина

- БИОКАД
- СПбНИИВС
- НИИ ФКИ
- ИЦГ СО РАН
- ИХБФМ СО РАН

### Агро-Промбио

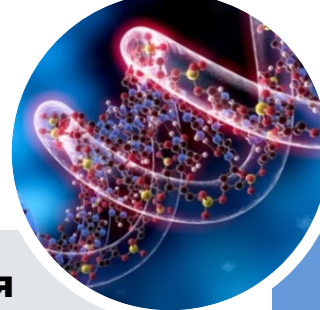
- СФНЦА РАН
- ЭФКО
- МИРАТОРГ
- СИБАГРО
- ВИР

### Биоприфт

- Ростех
- МИЭТ
- БИОССЕТ
- ИХБФМ СО РАН

### Био-производители

- МФТИ
- МГУ
- Курчатовский институт
- СибЭнзим



приоритет2030^

лидерами становятся

## DISRUPTIVE TECHNOLOGIES

2023	Биопринтинг	Геномный принтер	
2024	Biomanufacturing	«Умная» микробиота удобрения, рекультивация	5 генетических технологий
2025	Еда будущего	Молоко из дрожжей	20 «альтфуд» продуктов
2026	Биомиметика	Биоинтерфейсы «материал-покрытие-ткань»	10 имплантов
2027	Клеточная инженерия	3D-модели нейродегенеративных болезней	модели для 6 патологий
2028	Биоконструирование	«Индустриальная клетка»	5 штаммов-производителей
2030	Персонализированная медицина	Платформа персонализированных ТРНК вакцин (онко, вирусы)	12 кандидатных вакцин

# Приоритеты России в развитии направления «Биобезопасность и противодействие биогенным угрозам»

*«...Согласен с позицией «Единой России» и прошу вас вместе с правительством запустить уже с этого года специальную программу по развитию системы медицинской реабилитации, рассчитанную до 2026 года включительно, выделить на эти цели, на эту программу не менее 100 млрд рублей...»*

**Президент России В. Путин, 19.06.2021 г.**

## **Заседание Президиума РАН**

«Разработка медицинских устройств и роботизированных платформ (в том числе антропоморфных) диагностического, лечебного, реабилитационного, исследовательского и специального назначения»  
[http://www.ras.ru/news/news\\_release.aspx?ID=2eaccb0c-d887-4d02-bb10-7caae48b083b&print=1](http://www.ras.ru/news/news_release.aspx?ID=2eaccb0c-d887-4d02-bb10-7caae48b083b&print=1)

## **Приоритет СНТР РФ Пункт 20д**

**Стратегии Научно-технологического развития РФ):**  
Противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства

## **Дорожная карта НТИ «Хелснет»**

**Блок**  
«Высокотехнологичная медицина»  
**Приоритетный сегмент рынка**  
«Информационные технологии в медицине»  
**Тренд развития**  
«Развитие технологий кибер- и биопротезирования»

## **ВНИИ ГО ЧС**

Разработка трех межгосударственных стандартов, определяющих требования к специальной робототехнике, являющейся важной частью аварийно-спасательных средств

<https://www.vniigochs.ru/center/news/360>

# Текущие тренды развития направления



Нейрокомпьютерные  
интерфейсы  
и нейротехнологии



Аппараты и материалы  
для контроля  
гемостаза

Устройства  
роботической  
медицинской  
техники



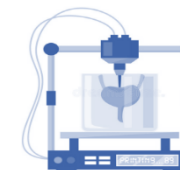
**\$38,26 млрд**  
СОВОКУПНЫЙ ОБЪЕМ РЫНКА  
ПО ПРЕДСТАВЛЕННЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ  
к 2028 г.

среднегодовые темпы  
роста рынков **15,8%**



Телемедицина

РОС-диагностикумы  
(экспресс-диагностика  
у постели пациента)



3D-принтинг



Роботизированные  
средства  
пожаротушения



Средства поиска  
и эвакуации  
пострадавших

# Содействие достижению Россией целей в области устойчивого развития к 2030 г.

*«К концу следующего десятилетия Россия должна уверенно войти в клуб стран «80 плюс», где продолжительность жизни превышает 80 лет»*

Президент России В. Путин  
Послание Президента к Федеральному собранию, 2018



# ФОИВы и ГК, в сферу компетенций которых входят вопросы биобезопасности

- Федеральная служба безопасности России
- Федеральное медико-биологическое агентство России
- Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
- Министерство транспорта РФ
- Министерство обороны РФ
- Министерство здравоохранения РФ
- Министерство РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики
- Росрезерв
- Росатом
- Росгидромет
- Ростех
- Росхимзащита
- Всероссийский центр медицины катастроф «Защита»



## ГК и ФОИВы



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ  
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



## Инициатор консорциума



Национальный  
исследовательский

**Томский  
государственный  
университет**

Центр развития науки, технологий и образования в области  
обороны и обеспечения безопасности государства  
Томского государственного университета

## Участники консорциума



ГНЦ – ФМБЦ  
им. Бурназяна  
ФМБА РФ



ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА



СЕЧЕНОВСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



НАТТ

Национальная  
ассоциация  
трансфера технологий



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



СИБИРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



ТОМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

# Заинтересованные промышленные предприятия



Калужский научно-исследовательский институт телемеханических устройств



Производственное объединение «Уральский оптико-механический завод» имени Э.С. Яламова»



Научно-производственное предприятие «Исток»



Холдинг «Швабе»

## Поддержка военно-промышленной комиссии РФ

и их комплектующие, технологии экстремальной

изино импортозамещающего ких изделий мирового уровня не социально-значимых задач ного здравоохранения в области изделий и существенного

евого заинтересованность в развитии работ с ТГУ результатах реализации КНТП по направлению для экстремальной и реабилитационной медицины» данную КНТП.

Председатель научно-технического совета  
Военно-промышленной комиссии  
Российской Федерации -  
заместитель председателя коллегии  
Военно-промышленной комиссии  
Российской Федерации,  
академик РАН

*С. С. Михайлов*  
Ю Михайлов

С уважением,  
В.Ю. Торопов  
И.о. заместителя генерального директора  
по развитию систем продаж, маркетинга  
и сервисной поддержки гражданской п

**КНИИТМУ**  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«КАЛУЖСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ»  
ПРЕДПРИЯТИЕ КОНЦЕРНА «ВЕГ А»  
ул. Кара Маркса, д. 4, г. Калуга, 248000  
Тел.: +7 (4842) 743-500  
Факс: +7 (4842) 741-124  
E-mail: kniitmu@kaluga.net  
Web: www.kniitmu.ru  
ИНН 4027100480 КПП 402701001  
ОКПО 10839353 ОГРН 1104027002694

на № 55/О/64-2043 от 19.03.2020

О сотрудничестве с НИ ТГУ по меди

**Швабе**  
АО «Швабе» Москва 125066 Мейерштр. 178  
А.В. Брылюку  
Директору по внешним коммуникациям  
АО «Росэлэлектроника»  
Email: evyurosh@ruselectronics.ru

Фамилия  
Подразделение  
Телефон  
Телефакс  
E-Mail

Полномоч.  
Дата №

**УОМЗ**  
АО «УОМЗ», Екатеринбург, 620100, Восточная ул. 336

Уважаемый Арсений Валерьевич!

В ответ на з  
«Томским гооуд  
решения о цел  
«УОМЗ» прос  
маркетинговые  
(при наличии)

Ректору Федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский томский  
государственный университет»  
Галактикиному Э.В.  
634050, г. Томск, пр. Ленина, д.36  
Томск  
Российская Федерация

Уважаемый Арсений Валерьевич!

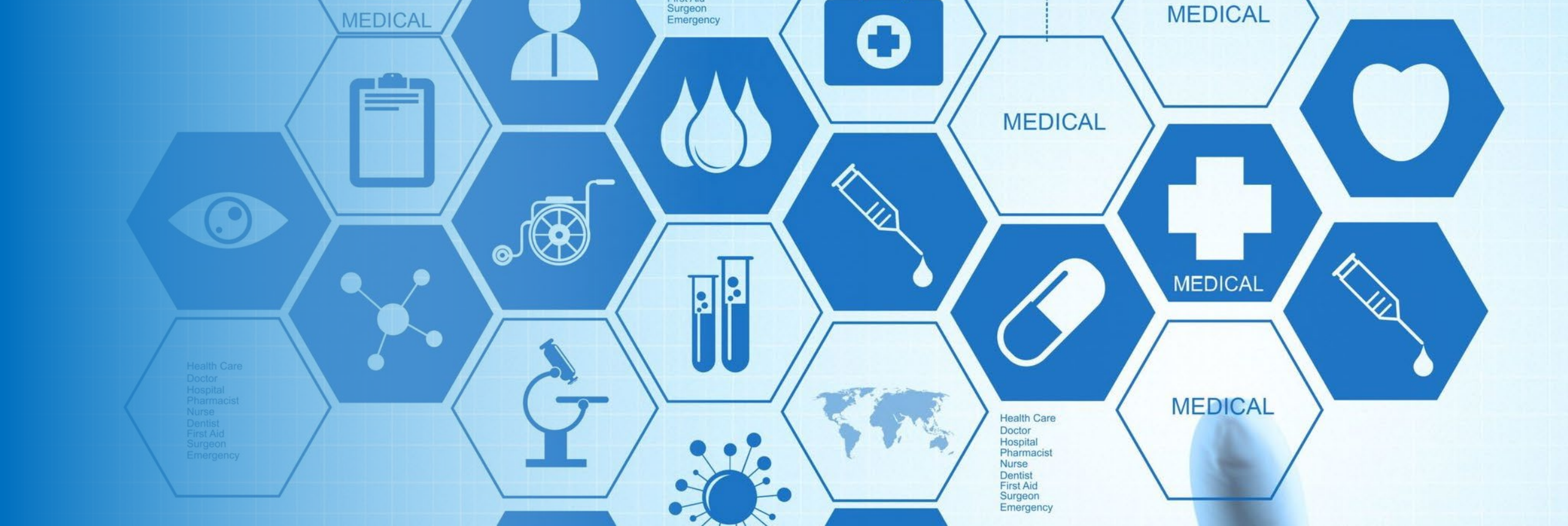
Ознакомившись с перечнем проектов в области приоб  
экстремальной и реабилитационной медицины нам было бы  
участие в работах по разработке и созданию установки для  
обморожения конечностей и других частей тела (п. №6 П  
методик проведения клинических испытаний и, в последую  
получению регистрационных удостоверений на этот тип ме

Уважаемый Эдуард Владимирович,  
Благодарим Вас за представленные проект  
Для принятия взвешенного решения проси  
данные разработки (при наличии), а также предло  
предприятием.

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИ  
«ИСТОК» ИМЕНИ А.И. ШОКИНА»  
Бокальева ул., д.2а, корпус 1, комната 65, этаж 2, г. Фрязино, Московская область, Рос  
Факс: +7 (405) 405-86-86 www.istok.ru, E-mail: info@istok.ru, ОГРН 1135

Исх. от «И» от 20.03.20 г. № 2020/03/19/14  
на № РЭ/Исх-П/О/2580 от «18» марта  
Директору по в  
АО «Р  
А.  
ул. Верейская  
Мо

О сотрудничестве с НИ ТГУ по  
медицине



## Примеры технологических решений ТГУ в области биобезопасности

# Краска Premia 2.0 и ЛКС с содержанием наночастиц оксида цинка и серебра



## Свойства

- 100% активность против бактерий - возбудителей больничных инфекций:

A. baumannii  
E. Coli  
H. Influenzae  
P. aeruginosa  
S. aureus  
K. pneumoniae



АНТИБАКТЕРИЯ

- Активность против вируса **SARS-CoV-2** – индекс нейтрализации 5 lg



АНТИВИРУС

- Противогрибковая активность



АНТИПЛЕСЕНЬ

## Применение

- Медицинские учреждения



- Образование, культура и спорт



- Транспорт



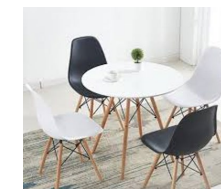
- Любые общественные места

парикмахерские

кафе-рестораны

торговые центры

лифты, эскалаторы





## Основные научные направления

- Синтез и исследования пористых сверхэластичных сплавов никелида титана
- Управление эффектом памяти формы в монолитных сплавах никелида титана
- Разработка антикоррозионных и антибактериальных покрытий
- Исследование гиперупругого поведения материалов из никелида титана в условиях физиологической нагрузки
- Разработка биорезорбируемых магниевых сплавов медицинского назначения
- Разработка методов механотрансдукция биологических тканей имплантатами из никелида титана
- Моделирование механического поведения имплантатов
- Создание новых методов хирургического лечения с использованием материалов и композитов на основе никелида титана

## Проекты

- Реология интерфейса сверхэластичный сплав-покрытие-биологическая ткань
- Создание комплексной технологии получения и исследование структуры и свойств биорезорбируемых имплантов нового поколения для регенерации костных тканей
- Реакционный синтез интерметаллических покрытий  $Ti_xNi_y(N,C)$  на подложке TiNi
- Вязкоупругое поведение и усталость биосовместимых титановых сплавов
- Разработка объемных биоматериалов на основе никелида титана для медицинских клеточных технологий
- Исследование биосовместимости и интеграционных свойств новых материалов и имплантатов для реконструкции обширных пострезекционных дефектов грудной стенки у онкологических и кардиохирургических больных

Руководитель: Марченко Екатерина Сергеевна, e-mail: 89138641814@mail.ru



## Базовая инфраструктура лаборатории

- Порошковая и классическая металлургия;
- электронно-лучевые технологии;
- ТМО: ковка, прокат, волочение;
- оценка биохимической совместимости *in-vitro*;
- оценка биомеханической совместимости в интерфейсе «имплантат-биоткань»;
- оценка биодеградации биоматериалов;
- физико-механические испытания;
- структурная аттестация материалов;
- моделирование поведения имплантатов.

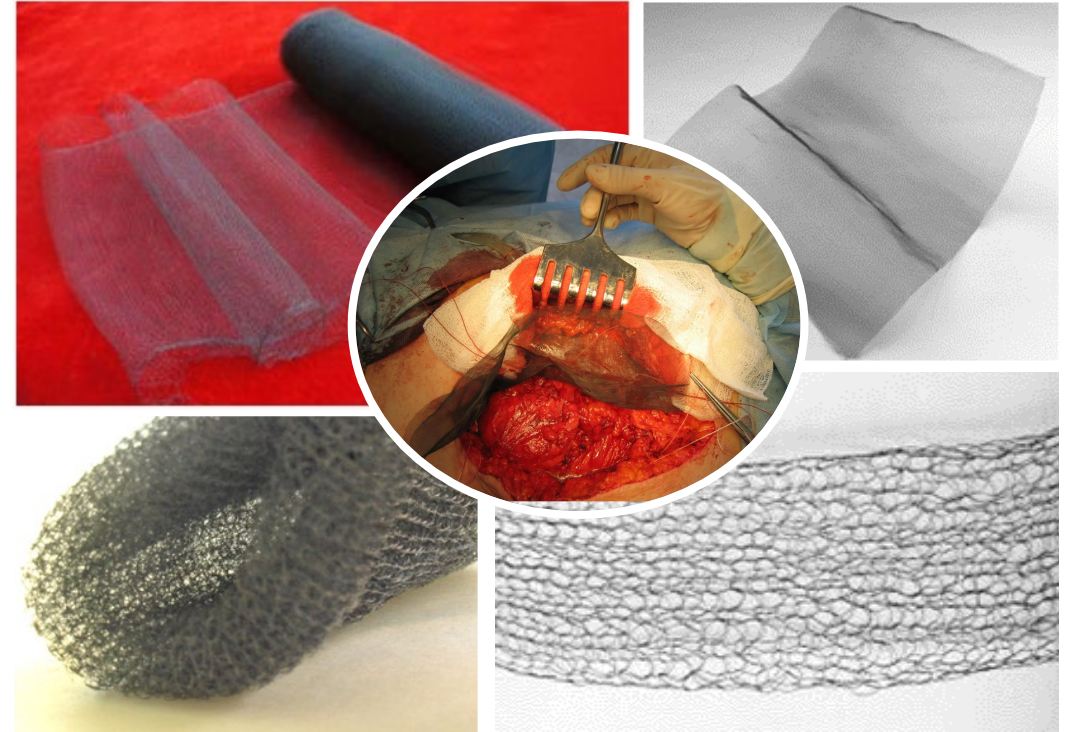
<http://biointertini.tsu.ru/>



## Криоинструменты из никелида титана для хирургии, косметологии, криотерапии



## Металлотрикотаж из никелида титана для замещения мягких тканей



## Пористые сплавы из никелида титана для замещения костных тканей



## Антикоррозионные оксинитридные покрытия для защиты имплантатов из титановых сплавов





# ТЕХНОЛОГИЯ «АЭРОЩУП» – очистка дна от нефти



Очистка озер и водотоков в Республике Коми: снижение концентраций нефти на дне **в 65 раз**



Очистка озер в ХМАО–Югре: снижение концентраций нефти на дне **в 50 раз**



Очистка дна акватории порта Риги (Латвия)



Очистка карьеров в ХМАО-Югра: снижение концентраций нефти на дне **в 60 раз**



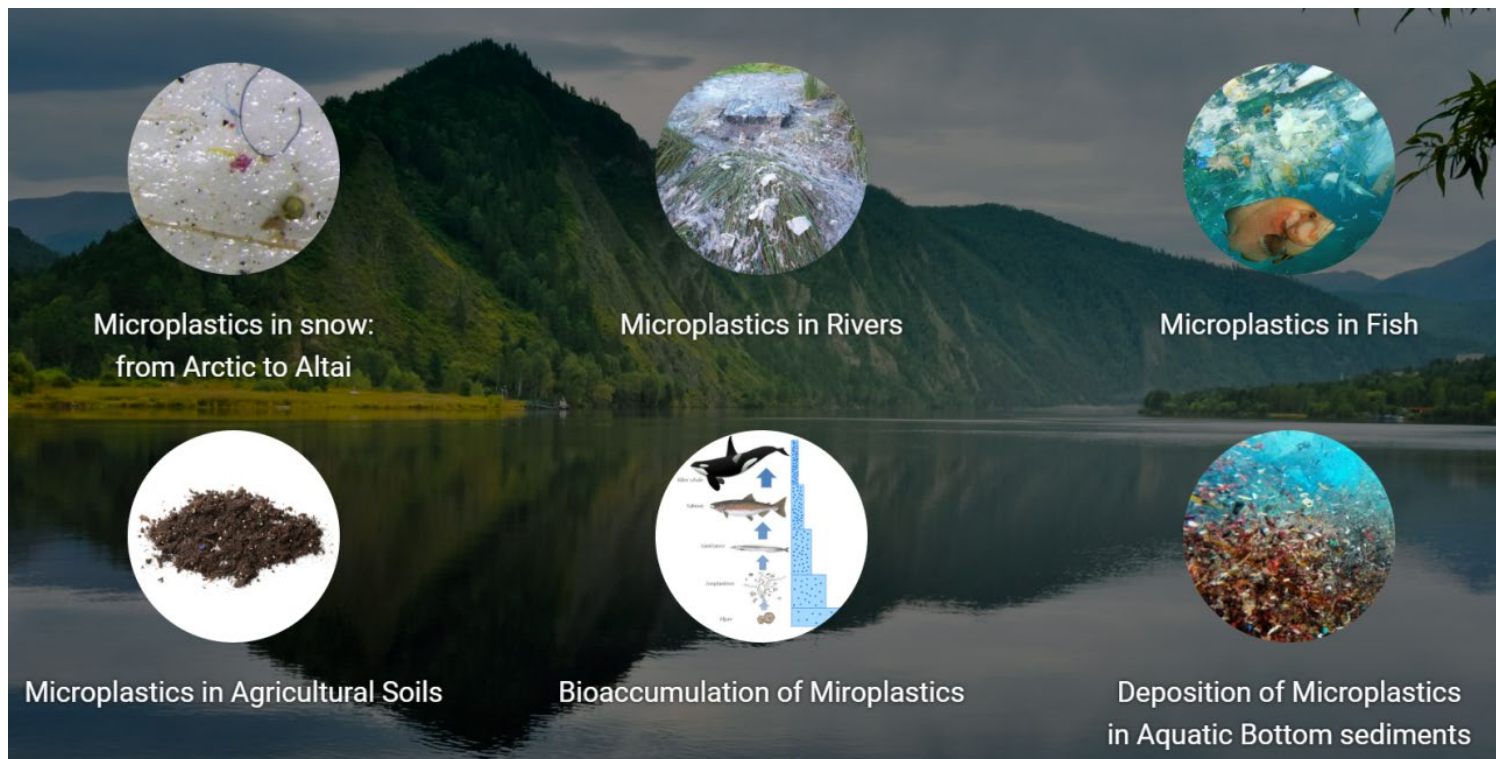
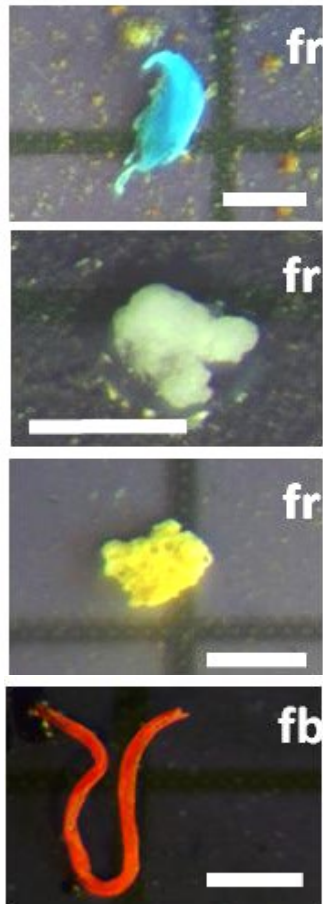
**Принцип работы** – молекулярное прилипание нефтяных углеводородов к границе двух фаз – воздуха и жидкости.

**Технология** имеет положительное заключение Государственной экологической экспертизы;  
**более 20 патентов РФ на технологии и устройства очистки**



**10 наград федерального и международного уровня (2017-2021 гг.).**

# ЦЕНТР ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОПЛАСТИКА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ



- Количественные оценки и изучение биоаккумуляции частиц;
- Разработка оборудования для отбора проб воды и осадков;
- Создание технологий очистки водных объектов.



**Консорциум**

<http://microplasticsiberia.com/>



# Гордость ТГУ. Сибирский ботанический сад



**Заповедный парк площадью 10 га**



**Уникальный для северных широт  
оранжерейно-тепличный комплекс  
площадью около 6 500 кв. м.**



**Экспериментальное хозяйство**

- 9 научно-исследовательских лабораторий (в т. ч. 2 специализированные лаборатории: фитохимии и лекарственных растений)
- Современное оборудование для экофизиологических и биохимических исследований растений
- Коллекционный фонд живых растений – более 9 500 видов и сортов
- Территория 117 га (в т. ч. испытательный полигон для разработки новых технологий лекарственного растениеводства)



# Научные разработки Сибирского ботанического сада ТГУ

## Патенты

- Способ получения противогрибкового средства из растительного сырья
- Способ получения 26-интегростерона А из растительного сырья
- Способ увеличения степени извлечения экидистероидов из растительных объектов
- Способ получения культуры изолированных корней *Silene linicola* K1601 – продуцента экидистероидов
- Средство, обладающее противовоспалительным и анальгетическим действием
- Средство, обладающее гастропротекторной активностью

## ноу-хау

- Фармакологическая субстанция, проявляющая провоспалительную активность
- Способ получения флавоноидов из надземной части *Silene viridiflora*
- Композиция функционального напитка общего назначения с повышенной биологической ценностью
- Неспиртосодержащий дезинфицирующий гигиенический продукт

## Технологии

- Технологии полупромышленного выращивания лекарственных растений
- Технологии улучшенного извлечения БАВ из лекарственных растений
- Технологии выращивания in vitro лекарственных растений

## Текущие исследования для биобезопасности и экстремальной медицины

- Средство, обладающее противовирусной активностью в отношении гриппа
- Разработка ранозаживляющих медицинских изделий на основе бактериальной наноцеллюлозы, импрегнированной биологически активными веществами растительного происхождения



Патенты



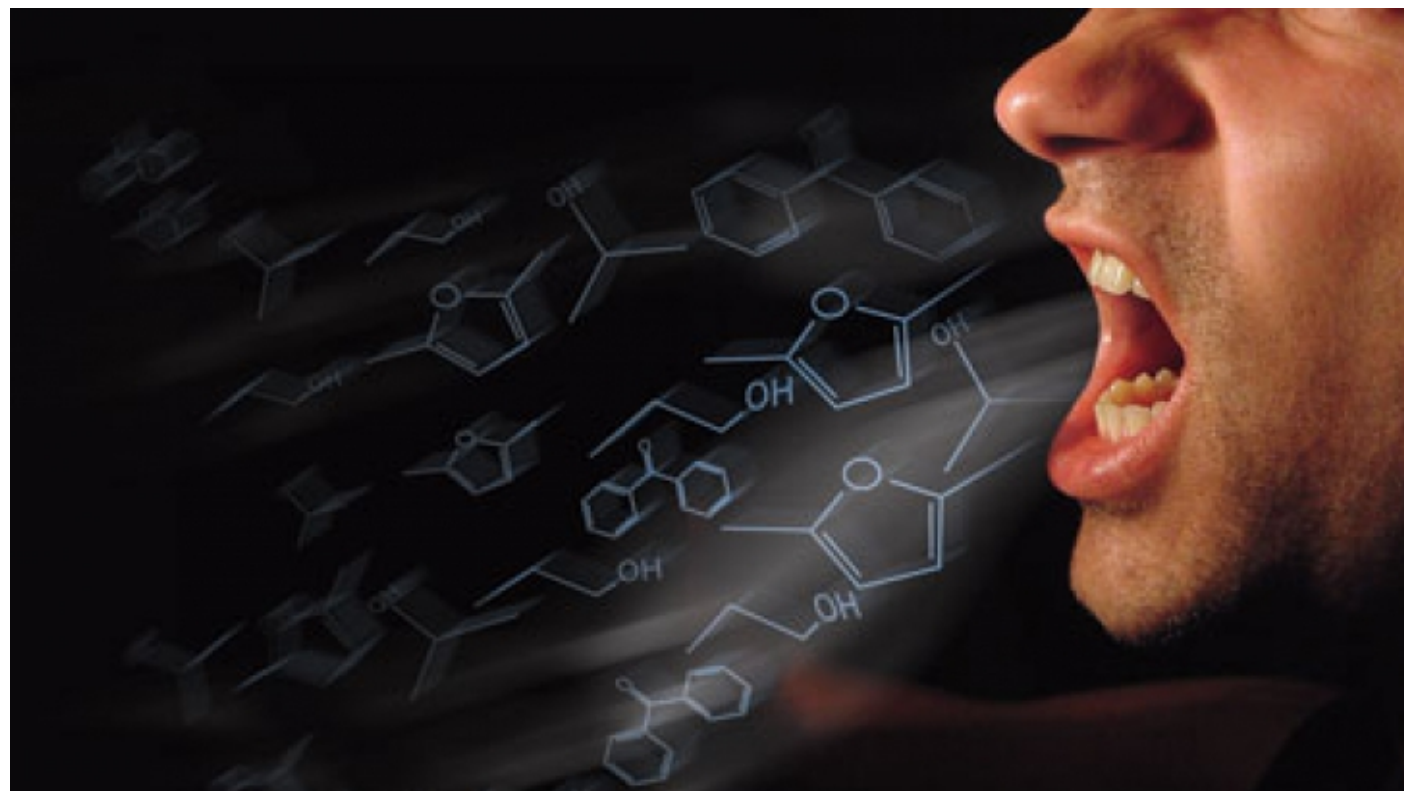
Культура in vitro лекарственных растений



Плантация родиолы розовой

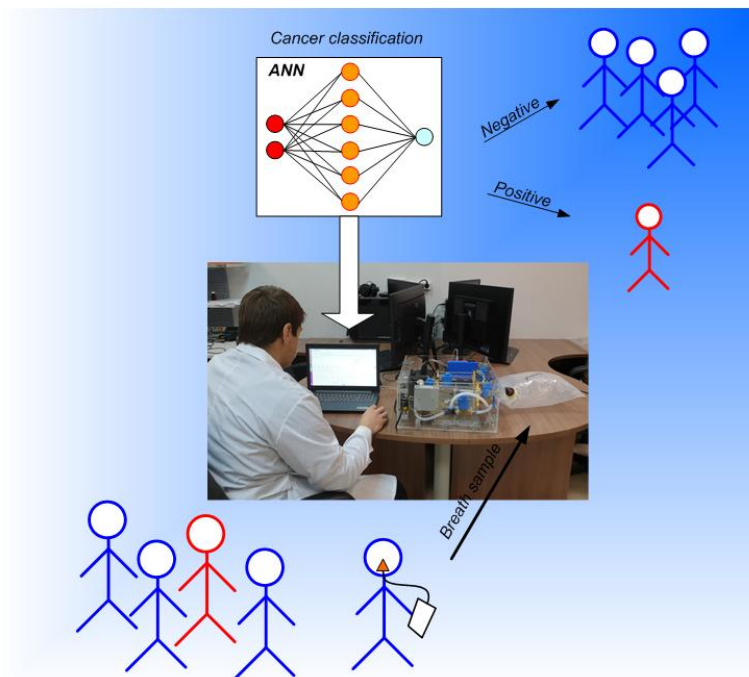
## Анализ вдыхаемого воздуха - перспективный инструмент для:

- контроля продуктов метаболизма в организме в реальном времени;
- экспресс-диагностики заболеваний, в том числе скрининговых тестов.



# Диагностический комплекс для социально значимых заболеваний

- ✓ В рамках проекта ФЦП создан мультисенсорный диагностический комплекс (МСК МД).
- ✓ **Диагностика легочной онкологии:** точность – 80,16 %, чувствительность – 76,92 %, специфичность 82,61 % **Диагностика пневмоний:** точность – 97,98 %, чувствительность – 97,36 %, специфичность 98,63 % **Диагностика SARS-CoV-2:** точность – 92,95 %, чувствительность – 94,93 %, специфичность 90,85 % Опубликовано **2 статьи в журнале Q2.**
- ✓ **Свидетельство** на регистрацию ПрЭВМ «Программное обеспечение комплекса молекулярной диагностики онкологических новообразований» № 2020617897.



**Исследуемая группа 1**  
(38 человек)  
Лица с положительным  
результатом ПЦР теста на наличие  
РНК SARS-CoV-2

**Исследуемая группа 2**  
(38 человек)  
Лица с подтвержденной  
внебольничной пневмонией

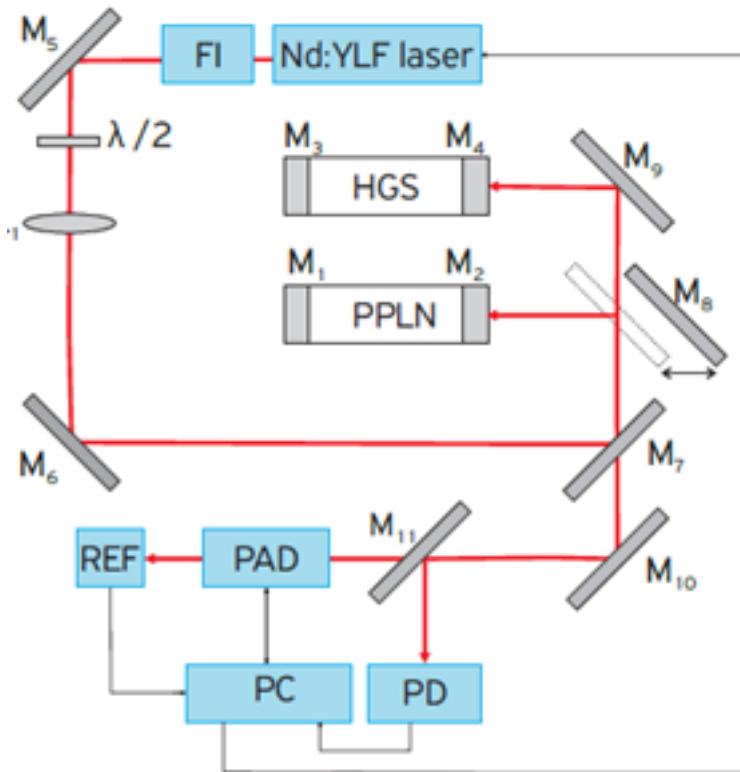
**Исследуемая группа 3**  
(52 человека)  
Лица с подтвержденной  
онкологией легких

**Исследуемая группа 3**  
(76 человек)  
Лица без зафиксированных  
патологий онко-, COVID-19,  
пневмония

## Результаты в публикациях:

- 1) Chernov V.I., Choynzonov E.L., Kulbakin D.E., Obkhodskaya E.V., Obkhodskiy A.V., Popov A.S., Sachkov V.I., Sachkova A.S. Cancer Diagnosis by Neural Network Analysis of Data from Semiconductor Sensors//Diagnostics 2020, 10, 677; (Q2);
  - 2) Chernov V.I., Choynzonov E.L., Kulbakin D.E., Menkova E.N., Obkhodskaya E.V., Obkhodskiy A.V., Popov A.S., Rodionov E.O., Sachkov V.I., Sachkova A.S. Non-invasive diagnosis of malignancies based on the analysis of markers in exhaled air//Diagnostics 2020, 10, 934; (Q2);
- Получен патент № 2760396** «Способ неинвазивной диагностики патофизиологических изменений состава выдыхаемого воздуха и устройство для его осуществления»

# Лазерный оптико-акустический газоанализатор на основе параметрического генератора света "LaserBreeze"



Основные параметры	Значение
Чувствительность к концентрации	Не хуже $1 \times 10^{-3}$ ppm
<b>Количество одновременно детектируемых молекулярных биомаркеров</b>	Не менее 20
Диапазон сканирования ПГС	2.5 - 10.7 $\mu$ m



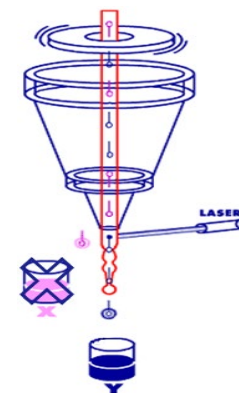
# КПНИ «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота специализированных мясных пород отечественной селекции»

## Проект «Разработка методов селекции и сепарации гамет и эмбрионов по половому признаку»

Цель: обеспечение воспроизводства стада и совершенствование племенных качеств животных в российских животноводческих хозяйствах для обеспечения продовольственной безопасности государства

Предлагаемое решение:

Сочетание методов разделения по градиенту плотности и лазерной деструкции отдельных спермиев с использованием лазерного сканирующего конфокального микроскопа



## Международный консорциум исполнителей



# Соратник



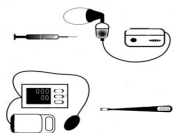
## Мобильный мониторинг здоровья

### Имеющийся задел

АПК для бесконтактного оперативного контроля психологического стресса

### Ведется разработка

1. Система непрерывного контроля за основными жизненными функциями пострадавших при транспортировке
2. Система контроля процедуры сердечно-легочной реанимации



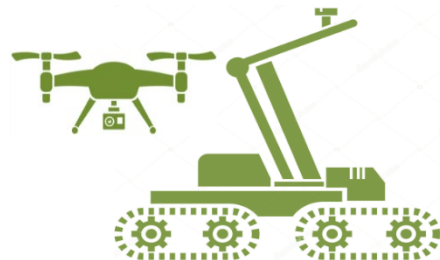
## Средства скорой и неотложной помощи

### Имеющийся задел

АПК для скринингового выявления взрывчатых и токсичных веществ во внешней среде

### Ведется разработка

1. АПК для скрининговой диагностики вирусных и бактериальных инфекций
2. Роботизированная аптечка неотложной помощи



## Модульный комплекс самоорганизующихся автономных роботизированных платформ поиска и эвакуации пострадавших

(в составе наземных и воздушных модулей)

### Имеющийся задел

Роботизированное шасси для проведения разведывательных, эвакуационно-спасательных, антисептических и дезактивационных работ

### Ведется разработка

1. Система автономной навигации
2. Система управления доставкой грузов
3. Система группового взаимодействия для организации роя наземных и воздушных спасательных платформ
4. Тяжелый всепогодный беспилотный летательный аппарат



## Связь в очаге ЧС

### Имеющийся задел

Роботизированные дроны различной грузоподъемности

### Ведется разработка

1. Беспроводная самоорганизующаяся сеть связи и передачи данных



## Экспресс-анализ условий среды

### Имеющийся задел

Установка для лечения обморожений

### Ведется разработка:

1. Гемостатические средства на основе бактериальной наноцеллюлозы, импрегнированной биологически-активными веществами
2. Мобильная (переносная) x-Ray аппаратура для применения в полевых условиях
3. Биodeградируемый биосовместимый перевязочный материал на основе иммобилизованных ферментов

# Cybermed



## ДОМА

### Имеющийся задел

Система технического зрения для адаптивного перемещения антропоморфных роботов

### Ведется разработка

1. Роботизированный манипулятор для оснащения квартир маломобильных пациентов
2. Социальный робот для домашнего использования маломобильными пациентами
3. Комплекс телемедицинских устройств для проведения реабилитационных мероприятий на дому
4. Роботизированный вертикализатор для домашнего применения
5. Телемедицинские устройства контроля динамики двигательной реабилитации



## Модульный комплекс роботизированных устройств для многоуровневой медицинской реабилитации

## В СТАЦИОНАРЕ

### Имеющийся задел

1. Система технического зрения для роботизации процедуры ТКМС
2. Устройство адаптивной электростимуляции мышц конечностей при кинезиотерапии

### Ведется разработка

1. Роботизированный манипулятор для проведения ТКМС, позиционируемый по данным МРТ
2. Система высокоточной локальной магнитной навигации
3. Разработка персонализированных программ комплексной медицинской реабилитации
4. Роботизированный комплекс вертикализации и локомоторного воздействия с биологической обратной связью



## АМБУЛАТОРНО

### Имеющийся задел

1. Комплекс для лазерной акупунктуры с контролем ЭЭГ для нейрореабилитации пациентов с ОНМК и иными заболеваниями неврологического профиля
2. Адсорбционный материал нового поколения

### Ведется разработка

1. Вспомогательное бионическое устройство восстановления двигательной активности кисти
2. Биосовместимые электроды длительного ношения для бионических устройств
3. Роботизированная функциональная кровать с флюидизируемым наполнителем
4. Аппаратно-программные интерфейсы нового поколения для бионических устройств





Национальный  
исследовательский  
**Томский**  
государственный  
университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36  
+7 (3822) 52-98-52,  
+7 (3822) 52-95-85 (факс)  
rector@tsu.ru

[www.tsu.ru](http://www.tsu.ru)

**Спасибо за внимание**