

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПЕТРА ВЕЛИКОГО» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

СОГЛАСОВАНО

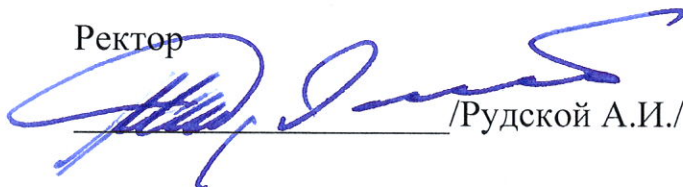
УТВЕРЖДЕНО

Экспертный совет по рассмотрению
и утверждению стратегий развития
образовательных организаций высшего
образования, обеспечивающих
подготовку инженерных кадров
и научных разработок для
технологического лидерства

Федеральное государственное
автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра
Великого»

Протокол от 27 февраля 2025 г.
№ ДА/3-пр

Ректор



/Рудской А.И./

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

на период до 2030 г. и перспективный период до 2036 г.
по обеспечению подготовки инженерных кадров и проведению научных
разработок, направленных на обеспечение технологического лидерства

Санкт-Петербург
2025

Оглавление

Раздел 1 «Ключевые результаты развития в предыдущий период и имеющийся потенциал».....	3
Раздел 2 «Вызовы, стоящие перед университетом»	5
Раздел 3 «Миссия университета и его стратегическая цель»	6
Раздел 5 «Стратегические инициативы» (СИ)	15
Раздел 6 «Финансовая модель».....	26
Приложение 1	29
Приложение 2	53
Приложение 3	55
Приложение 4	58

Раздел 1 «Ключевые результаты развития в предыдущий период и имеющийся потенциал»

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого – ведущий политехнический университет России со 125-летней историей, вносящий значительный вклад в подготовку инженерных кадров нового поколения для высокотехнологичных отраслей промышленности, решая в условиях новой экономической реальности актуальные задачи импортозамещения, технологического суверенитета и технологического лидерства.

В СПбПУ обучаются более 30 870 чел., в т.ч. в области математических и естественных наук, инженерного дела, технологий и технических наук – 19 849 чел., что составляет 64,3%.

СПбПУ как **политехнический университет** взаимодействует с разными отраслями промышленности и ведущими корпорациями Российской Федерации: Ростех, Росатом, Роскосмос, Газпром, Газпром нефть, ОСК, Силовые машины, Северсталь и многими другими. В 2024 году СПбПУ по заказам и в интересах индустриальных партнёров выполнил работ на сумму более 3 млрд руб., а объем доходов от дополнительного профессионального образования составил 550 млн руб.

В результате **анализа объемов и динамики по внебюджетным контрактам за период с 2018 по 2024 год** определены наиболее востребованные «рыночные компетенции» научных групп СПбПУ. Для дальнейшего развития этих «рыночных компетенций», учитывая ограниченные финансовые ресурсы в качестве приоритетных направлений научно-исследовательского и научно-технологического развития выделим:

– **Цифровой инжиниринг, цифровые двойники** (системы, состоящие из математических и компьютерных моделей и двусторонних информационных связей цифровой модели с изделием). По международной классификации известно более 100 видов цифрового инжиниринга, который общепризнан как политехническое высокотехнологичное направление. Общий объем выполненных НИОКТР – более 7,5 млрд руб.

– **Новые материалы, аддитивные технологии и аддитивное производство**, включая разработку технологий и оборудования для прямого выращивания, селективного лазерного плавления и пр., производство материалов под аддитивные технологии, разработку, производство и внедрение полимерных композиционных материалов и цифровое материаловедение. Общий объем НИОКТР – более 3,0 млрд руб.

– **Искусственный интеллект, машинное обучение, большие данные (AI & ML & Big Data)**, включая технологические решения, позволяющие

имитировать когнитивные функции человека и получать результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Общий объем НИОКТР – более 1,0 млрд руб.

– **Беспилотные системы** (новое приоритетное направление), включая разработку технологий проектирования и создания новых перспективных моделей воздушной, наземной, надводной и подводной техники. Общий объем НИОКТР – около 500 млн рублей.

В СПбПУ сформирована **экосистема технологического развития (ЭТР)**, состоящая из пяти структур, созданных в результате побед в федеральных конкурсах: Центр компетенций Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» (2018), Научный центр мирового уровня «Передовые цифровые технологии» (2020), Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг» (2020) Инфраструктурный центр НТИ «Технет» (2022), Центр трансфера и импортозамещения передовых цифровых и производственных технологий (2023), сформированных на основе одного из лучших Инжиниринговых центров в России – «Центр компьютерного инжиниринга» CompMechLab® (2014), в рамках которых сформирован значительный и уникальный научно-технологический задел.

ЭТР СПбПУ реализует **модель развития университета – «Университет 4.0»** с 2017 года – модель подготовки **«инженерного спецназа»** (термин впервые публично использован в докладе ректора СПбПУ А.И. Рудского 23 июня 2014 года на заседании Совета при президенте по науке и образованию, <http://special.kremlin.ru/events/president/news/45962>) модель подготовки системных цифровых инженеров–исследователей–разработчиков передовых технологий и высокотехнологичных изделий), обеспечивая решение задач технологического суверенитета и **технологического лидерства**, принимая активное участие в формировании **федеральной повестки технологического лидерства** в России с 2014 года.

С 2020 года СПбПУ реализовывал политику развития человеческого потенциала университета, фокусируясь на задачах подготовки лидеров научно-технологических проектов и капитализации их потенциала. За последние 5 лет Политех значимо нарастил долю молодых НПР до 39 лет с 33% до 42%; увеличил долю ППС с учеными степенями до 74,22%; сократил уровень текучести кадров с ученой степенью с 16% до 9%; обеспечил положительный прирост заработной платы по категории ППС на 43%, для категории НР – на 48%, для категории ИТП – на 60%; увеличил долю иностранных ППС до 39 лет.

Раздел 2 «Вызовы, стоящие перед университетом»

Ключевые вызовы для развития СПбПУ как ведущего политехнического университета России, на преодоление которых нацелена стратегия развития (далее – Стратегия):

- новая экономическая реальность, стремительное развитие передовых цифровых и производственных технологий, перестройка промышленности России – перестройка деятельности университета для эффективного динамичного развития по приоритетным научно-технологическим направлениям с целью решения задач достижения технологического лидерства России;

- отсутствие отраслевой специализации политехнического университета в системе разделения труда (отсутствие отраслевой специализации – специфика, осложняющая сотрудничество с отраслями промышленности, политехничность на основе меж- и много-дисциплинарности – конкурентное преимущество, которое позволяет эффективно решать актуальные фронтальные задачи для новых отраслей промышленности, используя научно-технологический задел и кросс-отраслевой трансфер технологий);

- высокая конкуренция со стороны академических и отраслевых НИИ, отраслевых вузов и корпоративных R&D центров, что предопределяет применение комплексных моделей, основанных на фундаментальных и прикладных исследованиях, передовых материалах, цифровых и производственных технологиях, на системном цифровом инжиниринге, технологиях цифровых двойников и искусственного интеллекта;

- по некоторым направлениям отсутствует культура взаимодействия научной среды и корпоративного сектора, существует разрыв с реальными секторами экономики, что затрудняет переход к модели квалифицированного партнерства между квалифицированным заказчиком и квалифицированным исполнителем;

- высокая потребность предприятий в инженерных кадрах «здесь и сейчас» (актуальная локальная задача) и одновременно работа на подготовку инженеров нового поколения для высокотехнологичных отраслей в долгосрочной перспективе;

- усиление конкуренции за мотивированных и хорошо подготовленных абитуриентов: в среднем по стране более 50% школьников не идут в 10-е классы, в Санкт-Петербурге – более 60%; за последние 30 лет время, запланированное на изучение физики в школах, сократилось на 30%, а за последние 4 года число физико-математических классов сократилось более чем вдвое – с 7 тыс. до 3 тыс.; за последние 5 лет в России вдвое сократилось количество школьников, сдающих ЕГЭ по физике – они предпочитают

информатику, в итоге в вузе им сложно учиться на инженерных направлениях; по данным Рособнадзора, в 2020 году госэкзамен по физике выбрали 139,5 тыс. выпускников, в 2021 году – 128 тыс., в 2022-м – 100 тыс., а в 2023 году – 89 тыс. человек, на углубленном уровне физику изучают только 3% российских школьников, при этом места на вузовских инженерных программах зарезервированы под 24% выпускников.

Все эти вызовы, внутренние и внешние, локальные и глобальные, требующие быстрого решения или долгосрочных решений, как правило, возникают одновременно, на каждый вызов необходимо давать своевременный и адекватный ответ, который зачастую связан с дополнительным финансированием, наращиванием новых компетенций, развитием инновационной инфраструктуры и рациональной оптимизации оргструктуры.

Раздел 3 «Миссия университета и его стратегическая цель»

Видение СПбПУ Петра Великого – ведущий политехнический университет России.

Миссия СПбПУ Петра Великого – создаем знания и выполняем разработки для обеспечения технологического лидерства России.

Стратегическая цель – подготовка инженеров нового поколения, обладающих компетенциями мирового уровня, выполнение передовых меж- и много-дисциплинарных исследований и наукоемких разработок для высокотехнологичной промышленности, динамичное и устойчивое развитие СПбПУ для обеспечения технологического лидерства России.

Стратегия СПбПУ – основа для непрерывной координации научно-исследовательской, инновационной и образовательной деятельности с целями и актуальными фронтальными инженерными задачами высокотехнологичных отраслей промышленности. Предполагается ежегодная актуализация Стратегии и уточнение целей.

Для реализации Стратегии в СПбПУ сформированы три ключевых научно-технологических направления (КНТН):

- «Системный цифровой инжиниринг»;
- «Материалы, технологии, производство»;
- «Искусственный интеллект для решения кросс-отраслевых задач».

Приоритетами научно-исследовательской, инновационной и образовательной деятельности СПбПУ на период до 2030 года и с перспективой до 2036 года будет обеспечение максимального вклада в реализацию национальных проектов технологического лидерства (НПТЛ):

- «Средства производства и автоматизации»;

- «Новые материалы и химия»;
- «Промышленное обеспечение транспортной мобильности»;
- «Новые атомные и энергетические технологии»;
- «Беспилотные авиационные системы»;
- «Развитие многоспутниковой орбитальной группировки».



Рис. 1. Стратегия СПбПУ в реализации НПТЛ (разработано на базе доклада ректора СПбПУ А.И. Рудского на стратегической сессии Правительства Российской Федерации 29.10.2024)

Основной фокус научно-исследовательской и инновационной деятельности СПбПУ – реализация и капитализация результатов проектов с использованием цифровых платформ (зарегистрированных в едином реестре программ для ЭВМ и баз данных и сертифицированных в соответствии с требованиями ФСТЭК), развитие системного цифрового инжиниринга, новых материалов, цифровых и производственных технологий, развитие технологий цифровых двойников и технологий искусственного интеллекта, других критических и сквозных технологий, участие в развитии новой отрасли БПЛА, обеспечение связи с цифровой платформой «ГОСТЕХ» (домен «Наука и Инновации»).

Раздел 4 «Целевая модель развития университета»

В основе целевой модели и деятельности СПбПУ Петра Великого лежит эффективная работа квалифицированного исполнителя с квалифицированным заказчиком (рис.2).



Рис. 2. Модель квалифицированного партнерства (разработано на базе доклада ректора СПбПУ А.И. Рудского на стратегической сессии Правительства Российской Федерации 29.10.2024)

СПбПУ, как ведущий политехнический университет, регулярно выполняет НИР по многим областям научных знаний (меж- и многодисциплинарность) и тем самым генерирует новые знания, формируя научный задел. Эти научные заделы позволяют выполнять фундаментальные и прикладные исследования в таких областях, как системный цифровой инжиниринг, новые материалы, передовые цифровые и производственные технологии, атомная и термоядерная энергетика, двигателестроение, транспортные технологии, строительство, микроэлектроника, системы связи, медицина и др. Для реализации этих исследований используются средства государственного задания, грантов РНФ и других фондов. Этот этап в модели квалифицированного партнерства называется **RUN (текущая деятельность)**.

На следующей стадии, за счет внедрения цифровых и технологических платформ при выполнении НИР и НИОКР происходит накопление знаний (капитализация знаний), формируются компетенции – это знания в действии. Результативные действия на основе знаний и технологий в процессе выполнения НИОКР позволяют формировать научно-технологический задел (НТЗ) на системной основе, что и характеризует квалифицированного исполнителя. Эта стадия развития называется **CHANGE (целенаправленные изменения, кардинальные в случае применения цифровой платформы)**.

Следующая стадия развития – **научно-технологический прорыв (DISRUPT)**, фактически, выход на другой уровень развития, связан с постановкой квалифицированным заказчиком фронтальных инженерных задач

(модель Передовых инженерных школ), для решения которых, в случае необходимости, могут быть сформированы проектные консорциумы как внутри университета из разных научных групп, так и с привлечением внешних соисполнителей, обладающих необходимыми компетенциями. В проектные консорциумы, помимо СПбПУ, могут входить как ведущие инженерные университеты, так и линейные университеты, обладающие необходимыми компетенциями. Причем в линейных университетах СПбПУ может создавать зеркальные инжиниринговые центры или лаборатории, обеспечивающие бесшовную передачу знаний и компетенций в рамках реализации совместных проектов по созданию глобально конкурентоспособных рыночных продуктов.

Трансформация образовательной политики

Перспективная образовательная модель (с 2025 г.) базируется на вариативных сроках реализации основных образовательных программ в зависимости от типов задач профессиональной деятельности, отрасли и запросов ключевых индустриальных партнеров (Рис.3):

- **4-летний срок** – подготовка к освоению эксплуатационного, сервисного типа задач профессиональной деятельности с возможностью получения дополнительной квалификации по модели интегрированной программы профессионального обучения.

- **5-летний срок** – подготовка к конструкторскому, технологическому, проектному типу задач профессиональной деятельности. Программа включает обязательную практическую подготовку под запрос и на базе промышленных предприятий.

- **6-летний срок** – присвоение квалификации «инженер-исследователь» или освоение междисциплинарной программы по разным направлениям подготовки – это должно быть обусловлено запросом со стороны квалифицированного заказчика и (или) обеспечения подготовки кадров для выполнения НПТЛ.

Продолжение обучения возможно по программам специализированного ВО, которые реализуются с вариативными сроками освоения (1 или 2 года) в зависимости от целевого запроса квалифицированного заказчика и сферы применения результатов освоения образовательной программы: научно-исследовательский трек (как правило, для естественно-научных и инженерно-технических направлений, в рамках выполнения НИОКР) или производственный трек (практико-ориентированное обучение с производственными практиками).

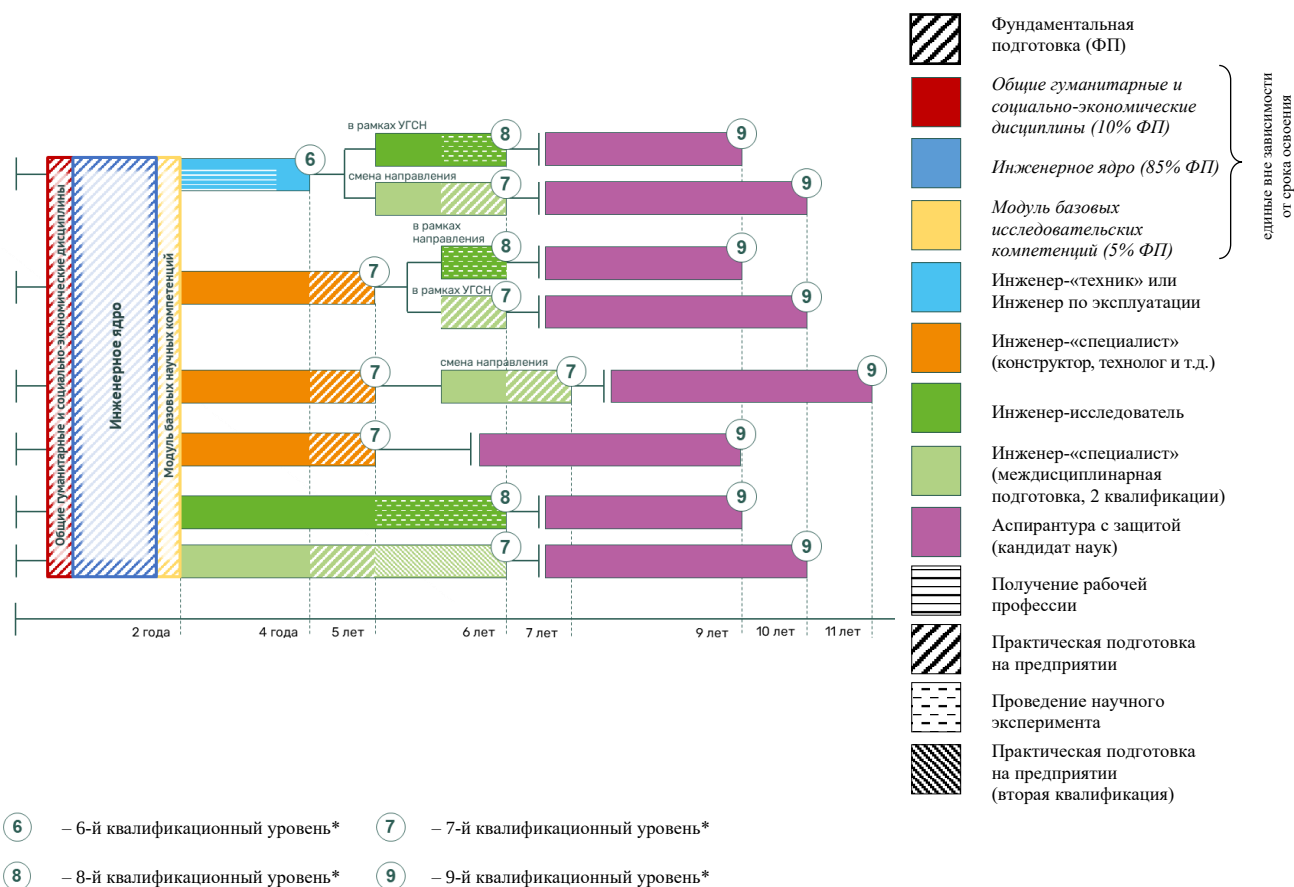


Рис. 3. Направления трансформации образовательной политики

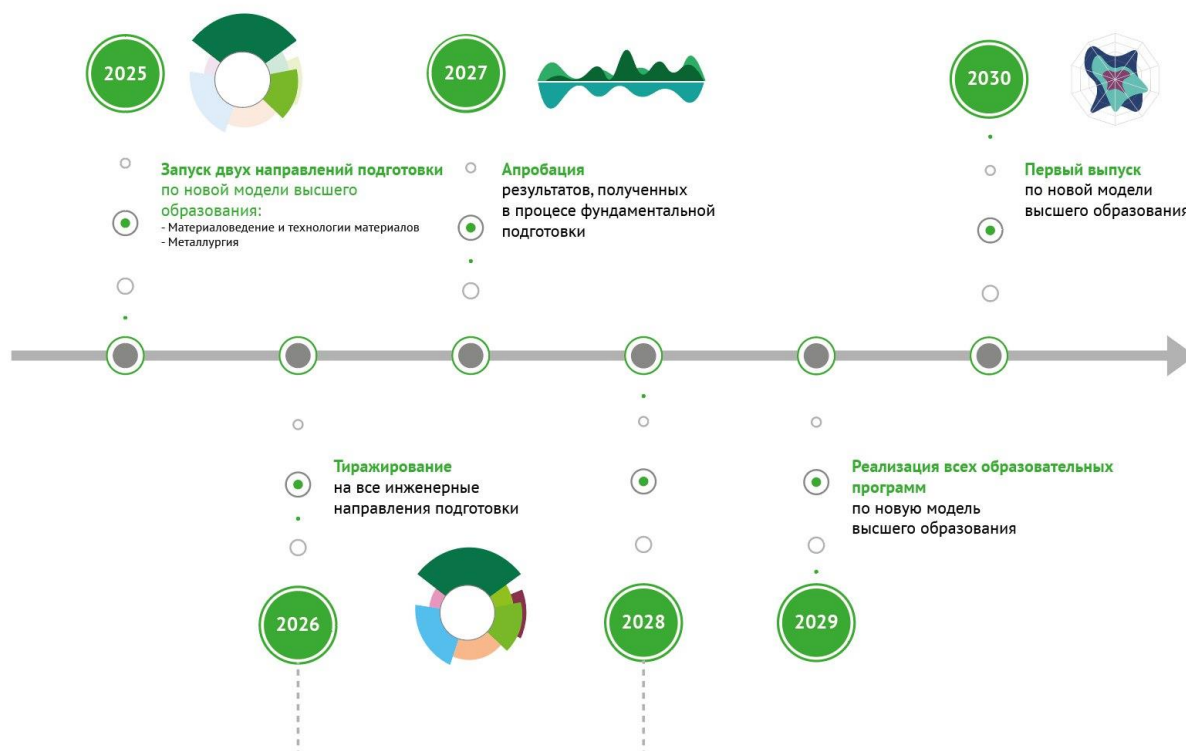


Рис. 4. Трансформация образовательной политики и переход на реализацию многотрековых образовательных программ

Трансформация образовательной политики и переход на реализацию многотрековых образовательных программ с разным объемом, сроком обучения, результатами обучения «под заказ индустриального партнера», основанной на персонифицированном подходе, планируется к апробации с 2025 года и тиражированию по следующему графику (рис.4).

Трансформация модели сетевого взаимодействия по дополнительному профессиональному образованию.



Рис. 5. Модель сетевого взаимодействия

В целях развития горизонтального взаимодействия с другими вузами и научными организациями внедряется новая модель сетевого взаимодействия (Рис. 5). Модель исходит от запроса индустриального партнера и его потребностей, и задач, а далее, по результатам выявления потребностей строится сотрудничество нескольких вузов, объединяя их компетенции по своим направленностям для повышения качества дополнительной профессиональной программы и выпуска квалифицированных кадров, владеющих современными инструментами в области передовых цифровых и производственных технологий.

Трансформация процесса управления научными исследованиями в СПбПУ продиктована необходимостью привлечения инвестиций в науку со стороны частного бизнеса. Изменения заключаются в переходе к модели квалифицированного партнерства – квалифицированного исполнителя с квалифицированным заказчиком.

Внутренний анализ научных групп (НГ) СПбПУ показывает, что 65-70% от общего объема внебюджетного НИОКР ежегодно, начиная с 2018 года, приносят 6% НГ – доля НГ, которые обладают необходимыми «рыночными компетенциями» для эффективной работы с квалифицированным заказчиком (Рис. 6).

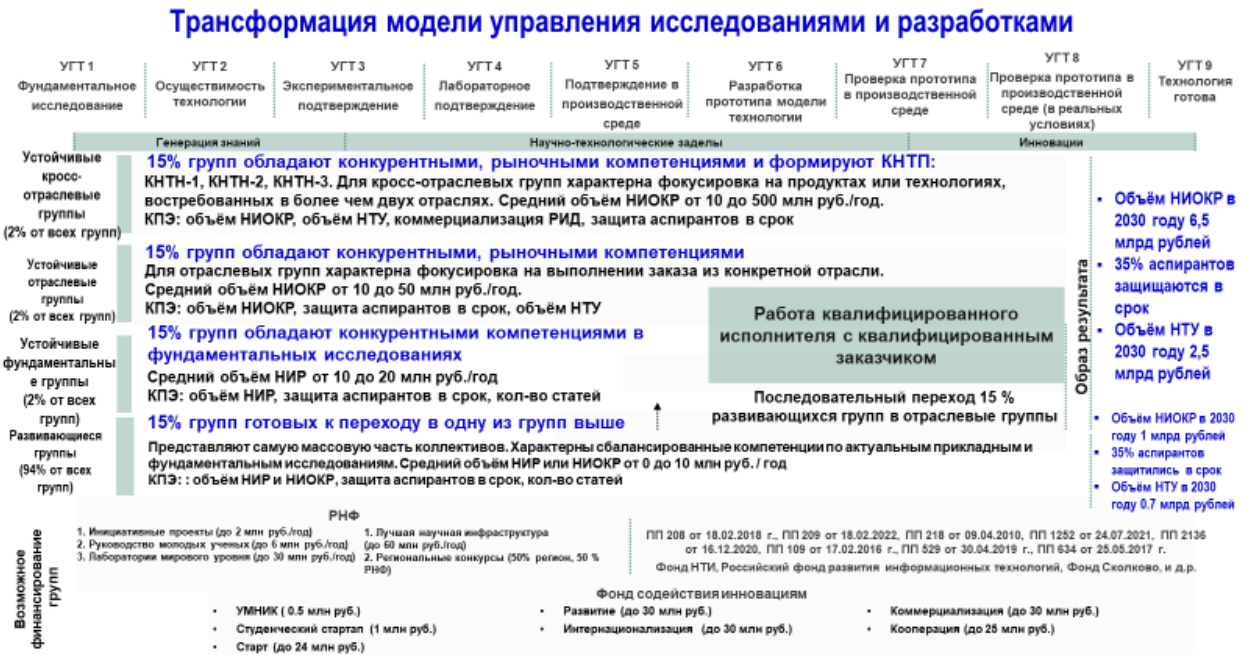


Рис. 6. Трансформация модели управления исследованиями и разработками

Изменения в системе управления заключаются в следующем:

1. Структурирование НГ:

– **Устойчивые кросс-отраслевые НГ** – характерна фокусировка на передовых цифровых и / или производственных технологиях, востребованных в нескольких отраслях, репутация СПбПУ как ведущего инженерного университета. Средний объем НИОКР – от 100 до 500 млн рублей в год. КПЭ: объем НИОКР, объем научно-технических услуг (НТУ), коммерциализация РИД, защита аспирантов в срок.

– **Устойчивые отраслевые НГ** – характерна фокусировка на выполнении заказа из конкретной отрасли. Средний объем НИОКР – от 20 до 100 млн рублей в год. КПЭ: объёмы НИОКР и НТУ, защита аспирантов в срок.

– **Устойчивые фундаментальные НГ** – передовые фундаментальные исследования, академическая репутация СПбПУ. Средний объем НИР от 10 до 20 млн рублей в год. КПЭ: объем НИР, защита аспирантов в срок, научные статьи.

– **Развивающиеся НГ.** Самая многочисленная когорта НГ, которые занимаются или отраслевым заказом, или фундаментальными исследованиями, или проверкой гипотез по кросс-отраслевым технологиям. Средний объем НИР / НИОКР до 10 млн рублей в год. КПЭ: объем НИР / НИОКР, защита аспирантов в срок, научные статьи.

2. Обеспечение последовательного перехода доли развивающихся НГ от генерации знаний к научно-технологическим заделам через работу с квалифицированным заказчиком, и, фактически, последовательный переход в устойчивые фундаментальные, отраслевые, а далее – в кросс-отраслевые НГ.

3. Привлечение внешних НГ (вне контура СПбПУ), обладающих необходимыми для решения задач КНТН компетенциями.

4. Для управления реализацией стратегических инициатив (СИ), представленных в разделе 5 Стратегии, вводится роль руководителя – главного конструктора для каждой СИ КНТН.

Образ результата процесса трансформации: рост объёма НИОКР до 6,5 млрд рублей в 2030 году и 20 млрд рублей в 2036 году, рост НТУ до 2,5 млрд рублей в 2030 году и до 4 млрд рублей в 2036 году.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТРАТЕГИЕЙ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА УНИВЕРСИТЕТА



Рис.7. Система управления Стратегией достижения технологического лидерства университета

Для реализации поставленных целей необходима трансформация форматов взаимодействия структурных единиц университета, внедрение новых органов управления, таких как Офис технологического лидерства университета (Рис. 7).

Производственная и академическая аспирантуры.

На базе устойчивых кросс-отраслевых и отраслевых НГ и их квалифицированных заказчиков создаются производственные аспирантуры с двойным научным руководством. На базе устойчивых фундаментальных НГ создаётся академическая аспирантура. Переход к индивидуализации образовательных траекторий аспирантов. Учет особенностей базовых компетенций, навыков и научных интересов аспиранта и индустриального партнёра. «Бесшовный» переход аспиранта из стадии обучающегося к стадии соискателя ученой степени.

Образ результата – повышении доли защит аспирантов в срок: к 2030 году – до 35% от выпуска, к 2035 году – до 50% от выпуска.

В части развития инфраструктуры для реализации целевой модели квалифицированного партнерства запланировано строительство

Технополиса «Передовые цифровые и производственные технологии» включающего многофункциональный учебно-лабораторный корпус и здание общежития в соответствии с поручением Президента Российской Федерации № Пр-1558 от 28.08.2024. В учебно-лабораторном корпусе общей площадью 52 тыс. кв. м. будут размещаться совместные с предприятиями-партнерами (Ростех, Росатом, Роскосмос, Газпром, Газпромнефть, Ростелеком, ОСК и др.) инжиниринговые центры, НОЦ, НПО для решения актуальных фронтальных инженерных задач для высокотехнологичных отраслей и реализации НПТЛ, а также современные научно-технологические образовательные пространства.

Текущее уровень развития инфраструктуры для реализации Стратегии. Суперкомпьютерный центр (СКЦ) «Политехнический» объединяет экстремальные вычислительные мощности с достижениями современных компьютерных наук и создает возможности ставить и решать самые сложные и актуальные исследовательские задачи. При этом СКЦ поддерживает подготовку инженерных кадров, обладающих высоким уровнем компетенций в применении суперкомпьютерных технологий для разработки наукоемкой промышленной продукции, включая технологии разработки цифровых двойников, технологии машинного обучения и искусственного интеллекта. Производительность СКЦ «Политехнический» при решении задач машинного обучения составляет 3 ПФлопс, а для задач математического моделирования с удвоенной точностью – 1,5 ПФлопс. Для обработки моделей машинного обучения в состав СКЦ входят два вычислительных узла, содержащих графические ускорители Nvidia V100, которые обеспечивают эффективную обработку мультимодальной информации, включающей текстовые, табличные, графические и видеоданные, а также временные ряды в моделях деревьев решений и градиентного бустинга, а также небольших нейронных сетях. Существующие вычислительные мощности позволяют сотрудникам СПбПУ эффективно работать с генеративными большими языковыми моделями, содержащими до 30 миллиардов параметров.

Планы по развитию инфраструктуры. В ближайшее время для задач исследования языковых моделей и больших нейронных сетей планируется закупка вычислительных узлов с графическими картами уровня Nvidia H100 или более современных. Данная инфраструктура позволит запускать модели, содержащие до 100 миллиардов параметров. К 2030 году планируется существенно увеличить вычислительные мощности, создав отдельный вычислительный кластер в составе СКЦ, содержащий несколько десятков вычислительных узлов для обработки моделей машинного обучения. Также в СПбПУ ведутся работы по исследованию возможностей применения микросхем программируемой логики для обучения моделей искусственного

интеллекта. В состав СКЦ входит специализированная отечественная вычислительная стойка на 18 реконфигурируемых узлов «Терциус», разработка эффективных методов использования данных узлов для задач машинного обучения может позволить существенно повысить эффективность процедуры обучения и последующего использования моделей искусственного интеллекта.

Показатели эффективности, позволяющие управлять процессом перехода к целевой модели развития университета, представлены на рис.8.

Показатель	2023	2024	2030	2036
Контингент, чел	29 622	30 870	30 000	30 000
Доля обучающихся по инженерным специальностям *, %	64,0% (18 961)	64,3%	67%	70%
Включая долю ИТ специальностей **, %	15% (4 321)	15%	15%	15%
Доля иностранных обучающихся по инженерным специальностям*, % (к общему иностранному контингенту) ****	40,6% (2 084)	44,7%	50%	55%
Доля вовлеченных абитуриентов, %	13%	15%	25%	50%
Доля трудоустроенных по инженерным специальностям* выпускников, %	80%	87%	90%	95%
Доля обучающихся, получивших дополнительную квалификацию, %	4,9%	9,8%	30%	35%
Объем НИОКР, млрд руб.	2,349	2,810	6,500	20,000
Объем НИОКР на 1 НПР, млн руб.	1,690	2,022	5,000	15,000
Объем НТУ, млрд руб.	0,864	1,275	2,500	4,000
Доля договоров НИОКР и НТУ с молодыми руководителями до 39 лет, %	33%	33%	35%	38%

* - «Математические и естественные науки» и «Инженерное дело, технологии и технические науки», включая УГСН 02.00.00, 09.00.00, 10.00.00

** - УГСН 02.00.00, 09.00.00, 10.00.00

Рис. 8. Целевые показатели эффективности при переходе к целевой модели.

Раздел 5 «Стратегические инициативы» (СИ)

СИ-1 КНТН-1 «Системный цифровой инжиниринг»

Основное структурное подразделение, ответственное за развитие КНТН-1 «Системный цифровой инжиниринг» – Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг» (руководитель – проф. А.И. Боровков), созданная в 2022 году и получившая в 2024 году статус одного из 12 базовых институтов СПбПУ, обладающая необходимой инфраструктурой для решения задач по КНТН-1. Ядром инфраструктуры является цифровая платформа по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench® (ЦП CML-Bench®).

Планы развития КНТН-1 «Системный цифровой инжиниринг» подразумевают существенный вклад в реализацию шести НПТЛ (см. Приложение 1): «Средства производства и автоматизации», «Новые материалы и химия», «Промышленное обеспечение транспортной мобильности», «Новые атомные и энергетические технологии», «Беспилотные авиационные системы», «Развитие многоспутниковой орбитальной группировки». В рамках КНТН-1 определены прикладные научно-

исследовательские и научно-технологические задачи (фронтирные инженерные задачи) в области системного цифрового инжиниринга для высокотехнологичных отраслей промышленности России, в первую очередь машиностроения, включая авиастроение и двигателестроение, атомное, нефтегазовое, энергетическое, транспортное и специальное машиностроение, беспилотные авиационные системы и элементы многоспутниковой орбитальной группировки. В частности, до 2030 года планируется достижение следующих результатов:

- Создание Центра испытаний, тестирования, верификации и валидации отечественного индустриального программного обеспечения – программных систем компьютерного инжиниринга (CAE-систем);

- Разработаны математические, компьютерные и цифровые модели для физико-механических и технологических процессов, включая литье, штамповку и пр.;

- Созданы цифровые (виртуальные) испытательные стенды и полигоны для подтверждения соответствия качеству по ключевым техническим характеристикам и по всем направлениям развития станкоинструментальной промышленности;

- Разработаны математические, компьютерные, цифровые модели и цифровые двойники для высокотехнологичных промышленных изделий из композиционных материалов и новых материалов;

- Разработаны математические, компьютерные, цифровые модели и цифровые двойники для изделий транспортной мобильности, и компонентов, в частности, для разработки двигателей – в том числе газотурбинных, электрических и поршневых;

- Разработаны математические, компьютерные, цифровые модели и цифровые двойники для изделий и технологий энергетического машиностроения, включая водо-водяные энергетические реакторы, реакторы на быстрых нейтронах, термоядерные реакторы, технологии обращения с РАО и ОЯТ.

- Разработаны математические, компьютерные и цифровые модели, цифровые двойники для беспилотных авиационных систем, компонентов и материалов, цифровые (виртуальные) испытательные стенды и полигоны для разработки и реализации специализированного процесса «цифровой сертификации» БПЛА всех типов (самолетного, вертолетного, мультироторного, конвертопланов, гидросамолетов и гидроамфибий и др.)

До 2036 года запланировано масштабирование деятельности по КНТН-1 и получение дополнительных результатов, в частности, разработка математических, компьютерных и цифровых моделей для изделий,

применяемых для развития многоспутниковой орбитальной группировки, а также разработка инструментов системного цифрового инжиниринга, обеспечивающих решение задач по разработке изделий, применяемых для развития многоспутниковой орбитальной группировки.

Эффективность деятельности университета по КНТН-1 интегрально будет оцениваться по объему выполняемых НИОКР с использованием разработок СПбПУ по данному направлению. Плановый объем НИОКР за период с 2025 по 2030 гг. накопительно по КНТН-1 составит 3 млрд руб., а до 2036 г. 6 млрд руб. Кроме того, эффективность реализации планов по направлению оценивается по количеству лицензионных соглашений по коммерциализации разрабатываемых платформенных решений (в первую очередь, цифровой платформы CML-Bench®) и отраслевых инструментов системного цифрового инжиниринга. Планируется заключение не менее 60 лицензионных соглашений в период с 2025 по 2030 гг., и 120 – до 2030 г.

Для обеспечения динамичного и устойчивого развития КНТН-1 и успешной реализации проектов, важно, что ЦП CML-Bench® – не только система управления требованиями, изменениями, конфигурациями, проектами, но и, фактически, новая Система управления знаниями, компетенциями и лучшими практиками, что позволяет организовать конвергенцию результатов выполнения проектов и преемственность поколений инженеров-исследователей. В настоящее время на ЦП CML-Bench®, начиная с 2014 года, представлено более **335 тысяч цифровых и проектных решений**.

Сложившийся в промышленности России традиционный подход к проектированию новых изделий характеризуется рядом недостатков, которые коренным образом препятствуют достижению цели устойчивого технологического лидерства:

- 1) ориентация на сложившиеся процессы, а не на конечный объект, превосходящий зарубежные аналоги;
- 2) отсутствие практики обеспечения трассировки требований к изделию до результатов конечных расчетов, испытаний;
- 3) отсутствие программных платформ для формирования единой информационной среды для работы конструкторов, расчетчиков, технологов и руководящего состава.

Совокупность перечисленных недостатков приводит к систематическому формированию информационных и процессных разрывов, или дополнительных итераций приводящих к срывам сроков выпуска принципиально новых изделий, несоответствию технических функциональных и стоимостных характеристик требованиям технических

заданий и нормативной документации. Это делает невозможным достижение задач выпуска глобально конкурентоспособной продукции и достижению технологического лидерства.

Решением вышеописанных проблем является переход на методологию модели-ориентированного системного инжиниринга, в основе которой выстраивание процессов проектирования, ориентированных на конечный продукт. Ключевым аспектом технологии является бизнес-процесс управления требованиями к изделию, в рамках которого осуществляется непрерывный контроль требований, целевых показателей и ресурсных ограничений, предъявляемых к изделию, за счет сквозной трассируемости данных.

Информационная поддержка данного процесса осуществляется исключительно посредством применения цифровых платформ, реализующих технологию модели-ориентированного системного инжиниринга в связке с процессами управления требованиями, кастомизированных под различные отрасли за счет различных наборов отраслевых инструментов цифровых (виртуальных) испытательных стендов и полигонов, нормативного базиса, валидированных моделей материалов, набора валидационных задач и шаблонов требований сертификационного базиса. В рамках КНТН-1 запланировано создание отраслевых инструментов системного цифрового инжиниринга на базе ЦП CML-Bench[®]. При этом в целевой модели ежегодно по каждому направлению исследований обеспечивается выполнение на платформе не менее 3 проектов, внедрение не менее 2 отечественных платформенных решений и технологий. Таким образом реализация КНТН-1 внесет вклад в достижение технологического лидерства продукции отечественных высокотехнологичных компаний.

По КНТН-1 сформирован значительный научно-технологический задел в предметной области:

– **в области двигателестроения и энергомашиностроения:** разработка цифровых двойников морского газотурбинного двигателя, включая редуктор в составе энергоагрегата, ГТД ТВ7-117 СТ-01, получившего в 2023 году сертификат типа. Общий объем НИОКР – **более 1,0 млрд рублей;**

– **в области атомного машиностроения:** разработка цифровых моделей и цифровых двойников газовых центрифуг, тепловыделяющих сборок, включая перемешивающие и дистанционирующие решетки, антидебризный фильтр, печей остекловывания, корпусов реакторов БРЕСТ-ОД-300 и БРЕСТ-1200, международного термоядерного экспериментального реактора ITER. Общий объем НИОКР – **более 1,0 млрд рублей;**

– **в области авиастроения и БПЛА:** разработка методик многоуровневого конечно-элементного моделирования повреждения конструкции вертолета при аварийных ситуациях (приводнение), а также анализ на птицестойкость носовой части самолета CR929 использованием цифровых двойников (в интересах китайской корпорации SOMAC), разработка математических и компьютерных моделей, цифровых испытательных стендов и полигонов, выполнение цифровых испытаний, компьютерной оптимизации, реализация «цифровой сертификации» на основе технологии цифровых двойников, разработка БПЛА всех типов. Общий объем НИОКР – **более 350,0 млн рублей;**

– **в области автомобилестроения:** выполнены десятки проектов в интересах российских и зарубежных компаний. Наиболее известный проект – создание «умного» цифрового двойника и экспериментального образца малогабаритного городского электромобиля с системой ADAS 3–4 уровня («КАМА-1», заказчик – Минобрнауки России, индустриальный партнер ПАО «КАМАЗ» / ГК «Ростех»). Общий объем НИОКР – **более 1,0 млрд рублей.**

Наиболее перспективным для развития SPDM-систем (Simulation Process and Data Management) является их трансформация в цифровые платформы разработки и применения цифровых двойников (Digital Twins), что, фактически, означает интеграцию и конвергенцию платформенного решения и технологии цифровых двойников.

Мировой рынок цифровых двойников по данным экспертно-аналитической компании MARKETSANDMARKETS в 2023 году составил 10,1 млрд долл., а в 2028 году составит 110,1 млрд долл. Ожидаемый темп роста (CAGR) составит беспрецедентные 61,3% (!) для периода 2023–2028 гг. Для сравнения CAGR для рынка ИИ, находящегося на “пике своей славы” составляет 32-25%. В связи с этими экспертными оценками перспективным направлением развития ЦП CML-Bench® является интеграция трех направлений развития: платформенного SPDM-решения как фундаментальной основы, технологий цифровых двойников как самого быстрорастущего рынка (110,1 млрд долл в 2028 г.) и технологий искусственного интеллекта как самого большого рынка (1339 млрд долл.) для решения задач высокотехнологичной промышленности.

Главный конструктор КНТН-1 – проф. Боровков А.И., резюме которого представлено в Приложении 4.

СИ-2 КНТН-2 «Материалы, технологии, производство»

В 2019 году на базе центра «Аддитивных технологий», одного из крупнейших в России и Европе центров, создан научно-образовательный

центр «Конструкционные и функциональные материалы» (НОЦ «КиФМ»), сотрудники которого занимаются не только выполнением НИР/НИОКР, но и подготовкой кадров высшей квалификации. Общая численность сотрудников НОЦ – 102 человека, из них докторов наук – 4 (двое возрастом до 39 лет), кандидатов наук – 15. Около 30% сотрудников НОЦ – студенты, обучающиеся по программам бакалавриата и магистратуры. Руководитель центра проф. Попович А.А. – лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники за 2024 год. Коллектив центра разделен на 7 групп, которые работают в следующих направлениях: разработка материалов с особыми функциональными свойствами и технологий их получения; разработка технологий и аддитивного оборудования прямого выращивания с применением проволоочных материалов; разработка конструкции и технологии изготовления с применением аддитивных технологий критических деталей; разработка технологии создания материалов и изделий полимерных композиционных материалов, в том числе непрерывно армированных; разработка технологии лазерной наплавки и прямого лазерного выращивания; разработка технологии восстановления геометрии сопловых и рабочих лопаток газотурбинных двигателей энергетического комплекса; разработка роботизированных комплексов прямого выращивания.

В 2022 году открыто новое подразделение: Инжиниринговый центр «Проектирование, сертификация и тестирование передовых источников энергии», в задачи которого входят работы в областях материаловедения литий-ионных аккумуляторов и разработка с последующим изготовлением аккумуляторных батарей для различных применений. Оснащенность центра уникальными установками позволяет проводить испытания аккумуляторных батарей в части электрохимической емкости и режимов эксплуатации, в том числе с определением влияний климатических факторов. Специалисты НОЦ сотрудничают с крупными предприятиями: Росатом, Газпром, ОДК, Силовые машины, РКК «Энергия», Газпром нефть и пр.

Деятельность НОЦ направлена на решение актуальных задач технологического суверенитета, выполнение крупных сквозных комплексных НИОКР по созданию и освоению серийного производства широкой номенклатуры отечественного оборудования и инструмента мирового уровня, устранение технологического отставания путем создания отечественных инновационных высокопроизводительных технологий и специального оборудования.

В рамках реализации СИ-2 КНТН-2 планируется проведение 4 мероприятий:

- создание и функционирование Консорциума «Промышленная робототехника и автоматизация»;
- создание и функционирование консорциума по инновационным сварочным технологиям;
- создание межотраслевого сертификационного и производственного центра в области химических источников тока;
- создание и функционирование центра по наукоемкому мелкосерийному производству высокотехнологической продукции гражданского и специального назначения.

Детализированные показатели в разрезе по мероприятиям в перспективе до 2036 года приведены в приложении 1. Основными ожидаемыми показателями эффективности СИ-2 КНТН-2, связанными с внедрением разработок в реальный сектор экономики являются:

- Выручка, полученная от продажи произведенной продукции, разработанной интеллектуальной собственности и предоставленных услуг в области НИОКР в области «Материалы, технологии, производство», которая к 2030 году составит 2,4 млрд. руб., а к 2036 – 5 млрд. руб.;
- Количество созданных и зарегистрированных результатов интеллектуальной деятельности – 30 шт. к 2030 году и 60 к 2036 году;
- Количество разработанных технологий, относящихся к критическим и сквозным технологиям в области «Материалы, технологии, производство» – 10 шт. к 2030 году и 18 к 2036 году;
- Созданы центры наукоемкого мелкосерийного производства высокотехнологической продукции – 1 шт. к 2030 году;
- Реализованы мероприятия по популяризации промышленной робототехники, созданы площадки по промышленной робототехнике и автоматизации – 5 шт. к 2030 году и 7 к 2036 году.

Главный конструктор КНТН-2 – проф. Попович А.А., резюме которого представлено в Приложении 4.

СИ-3 КНТН-3 «ИИ для решения кросс-отраслевых задач»

В 2023 году в СПбПУ был создан центр ИИ. Центр работает по следующим направлениям «Архитектуры, алгоритмы МО, оптимизация и математика» – 6 лабораторий, «Управление, решения, агентные / мультиагентные системы» – 2 лаборатории, «Фундаментальные и генеративные модели» – 5 лабораторий, «Безопасность, доверие и объяснимость» – 1 лаборатория.

В качестве результатов работы научных групп по теме «искусственный интеллект» за период 2020-2024 гг. более 500 публикаций, из них 100 в журналах Q1 и 88 – Q2 Scopus («Белый список»); более 290 РИД; около 700

млн руб. – объём выполненных работ для промышленных партнеров и фондов. Наиболее крупные проекты реализованы на сумму 300 млн руб.

Отраслевые датасеты. Для легкой промышленности: 250 Гб (15 тыс. изображений, 150 тыс. записей), данные по видеоаналитике для транспорта: распознавание пешеходов (750 Гб, 20 000 изображений), распознавание велосипедов, самокатов (100 Гб, 2500 изображений), распознавание автомобилей (230 Гб, 4000 изображений).

В структуре НПТЛ дальнейшие планы развития КНТН-3 в перспективе до 2030 года включают в себя:

- НПТЛ «Новые технологии сбережения здоровья»: разработка технологий ИИ и моделей обучения для высокоточной диагностики, предиктивной аналитики в рамках теории выживаемости.
- НПТЛ «Экономика данных и цифровая трансформация государства»: разработка платформенных решений для задач управления структурно-сложными распределенными системами / процессами в условиях неопределенности; мониторинга и промышленной диагностики.
- НПТЛ «Средства производства и автоматизации»: разработка роботизированных систем с машинным зрением для автоматизации производства, разработка фундаментальных проблемно-ориентированных математических и компьютерных моделей.
- НПТЛ «Новые материалы и химия»: Разработка платформенных решений с использованием ИИ для прогнозирования физико-химических свойств материалов.

Объём рынка искусственного интеллекта (ИИ) в российском сегменте, включая выручку компаний и внутренние расходы на разработку и внедрение ИИ в 2024 году, оценивается экспертами в более чем 800 млрд рублей¹. Объем рынка ИИ в России по отраслям применения² представлен на рис. 9.

По оценке экспертов, ключевыми драйверами роста рынка ИИ в России могут быть:

- Рост доступности структурированных данных;
- Повышение производительности труда;
- Снижение числа ошибок моделей ИИ;
- Улучшение качества услуг.

Сегментация российского рынка ИИ по технологиям представлена на рис.10.

При этом, КНТН-3 направлен на внесение наибольшего вклада через технологии предиктивной аналитики и пограничных вычислений, в частности:

¹ Источник: Белая книга цифровой экономики 2024 года

² Источники: Grand View Research, Statista, Fortune Business Insights, Market Data Forecast; Белая книга цифровой экономики 2024; Spherical Insights

– **Промышленность.** Драйверами роста здесь являются рост объёмов доступных данных в результате цифровой трансформации промышленности и тренд на Сокращение затрат на обслуживание благодаря прогнозированию эксплуатационных проблем и поломок оборудования; повышение производительности и оптимизации цепочек поставок. Для пограничных вычислений, драйверами роста являются внедрение интернета вещей (IoT) на производстве – обработка данных с сенсоров и устройств позволяет снизить задержки и повысить надежность критически важных процессов;

– **Здравоохранение.** Драйвером роста здесь является широкое внедрение электронных медицинских карт, что обеспечивает богатый источник структурированных данных и, в перспективе, переход к персонализированным планам лечения и ранней диагностики на основе анализа индивидуальных параметров и особенностей пациентов. Для пограничных вычислений, драйверами роста являются внедрение удаленного мониторинга пациентов – обеспечение сбора и анализа данных с медицинских устройств, что позволяет оперативно выявлять отклонения и минимизировать задержки в экстренных случаях.

Главный конструктор КНТН-3 – Фомин Ю.В., резюме которого представлено в Приложении 4.

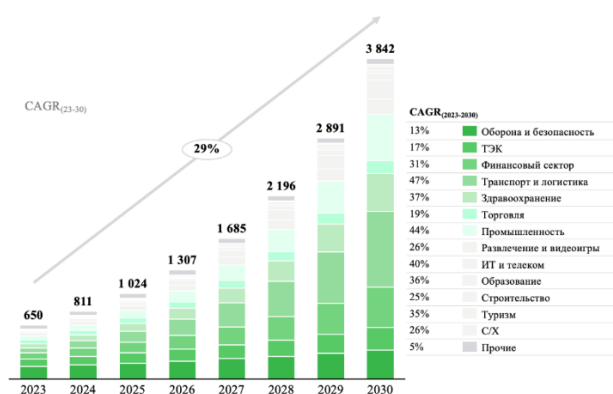


Рис.9 Объем рынка ИИ в России по отраслям применения млрд руб.

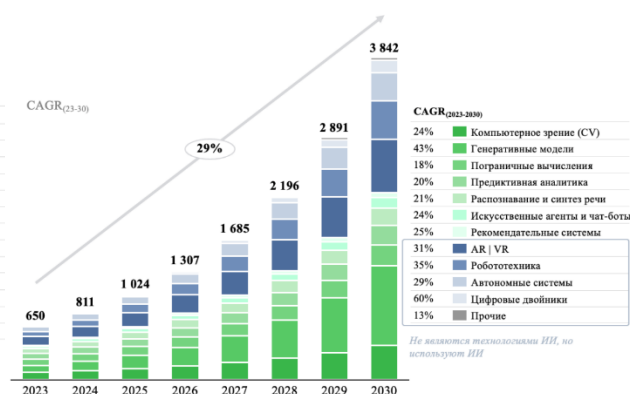


Рис.10 Объем рынка ИИ в России по технологиям млрд руб.

СИ-4 «Построение гибкой системы оценки образовательных результатов, основанной на индивидуальных достижениях»

Для достижения национальной цели «Реализация потенциала каждого человека, развитие его талантов, воспитание патриотичной и социально ответственной личности» и внедрения разработанной образовательной модели СПбПУ требуется качественный пересмотр действующей системы оценивания результатов освоения образовательных программ, основанной на

общих требованиях и единых подходах к выставлению оценок по дисциплинам (модулям) учебного плана. В этом контексте СИ-4 по созданию гибкой системы оценки образовательных результатов, основанной на индивидуальных достижениях (далее – СИД, система индивидуальных достижений), выступает неотъемлемой частью построения нового образовательного пространства.

Значимость реализации. СИД способствует повышению социальной справедливости, обеспечивая равные возможности для студентов с различными уровнями подготовки и ресурсами, позволяет стимулировать образовательную мобильность, облегчая интеграцию студентов в дополнительные виды деятельности, в том числе участие в НИОКР и реализации практических задач от промышленных партнеров через прозрачность и трансфер достигнутых результатов.

Дополнительно, инициатива позволит не только укрепить свои позиции в образовательном пространстве, но и тиражировать и привлекать дополнительные ресурсы за счет коммерциализации разработанных технологий и партнерских проектов.

Эффективность внедрения и влияние на достижение национальных целей развития Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года. Переход на СИД к 2030 году может стать инструментом для повышения качества образования и создания конкурентоспособной системы подготовки кадров, способных адаптироваться к быстро меняющимся требованиям рынка труда, в том числе за счет включения в систему оценки элементов, которые учитывают потребности промышленности, такие как стажировки и выполнение проектных работ.

Развитие СИД к 2036 году обеспечит создание единого (сквозного) цифрового профиля выпускника, агрегирующего данные об образовательных, научных и внеучебных достижениях, и позволит сформировать карьерную траекторию, доступную индустриальному партнеру, с учетом индивидуальных особенностей обучающегося и потребностей экономики.

СИ-5 «Новая роль дополнительного профессионального образования и профессионального обучения»

Компетенции ведущего инженерного университета позволили сделать внушительный задел в ДПО: участие в федеральных проектах, наличие авторизованных центров вендоров программного обеспечения, платформа онлайн-обучения, сетевые договоры с государственными организациями и корпоративными образовательными институтами крупных предприятий.

СПбПУ претендует на статус **Корпоративного университета для системы образования в части указанных инициатив технологического лидерства**, реализуемых через программы ДПО и ПО, которые обладают следующими характеристиками: высокая скорость реализации, максимум практики, адаптивность, возможность тиражирования, многодисциплинарность; в том числе усиление ОП ВО и развитие собственного персонала, привлечение новых кадров и экспертов. В рамках СИ-5 будут реализованы следующие проекты:

- Внедрение ДПО и ПО в продуктивное предложение по НИОКТР. Разработка и внедрение технологии должны сопровождаться обучением (в части инженерии, эксплуатации и управления) с адаптацией и выводом на рынок как самостоятельного продукта. Здесь важную роль играет сервисная функция, предоставляющая НПП поддержку таких специалистов, как продуктолог, педагогический дизайнер, специалист по продвижению и др.

- Центр компетенций инженерного образования. Переход к технологическому лидерству означает необходимость перехода на отечественное инженерное ПО, поэтому здесь фокус строится на взаимодействии с вендорами и открытии авторизованных учебных центров с выходом на сертификацию. Вторая часть проекта – это расширение воронки и популяризация.

- Устранение кадрового дефицита. Во-первых, это уже широко практикуемые программы бесплатной дополнительной квалификации для студентов за рамками ООП, реализуемые за счет ресурсов заказчика и направленные на трудоустройство студентов. Во-вторых, это участие в федеральных проектах по подготовке кадров по компетенциям университета, в том числе в виде сетевых образовательных программ.

Корпоративная академия Политеха призвана объединить в единый проект программы ДПО и ПО для студентов и работников. Это позволяет развивать гибкие, цифровые и профессиональные навыки системно и с учетом грейдов, а также проводить обучение внутренней аудитории, синхронизируя их с сотрудниками партнеров и заказчиков, в том числе через взаимодействие с их корпоративными учебными центрами.

Предполагается наращивание компетенций в части цифровизации образования через развитие комплекса виртуальных тренажеров и симуляторов (в том числе с AR/VR решениями) и использование ИИ для генерации презентационных материалов, проверки типовых заданий, тьюторской поддержки.

Раздел 6 «Финансовая модель»

Опорными точками **текущей финансовой модели** университета являются центры финансовой ответственности в рамках децентрализованной модели управления денежными потоками. Внутренняя система управленческого учета позволяет не допускать формирования нерентабельных образовательных программ и проектов, убыточных НИОКР и научно-технических услуг. Данный аспект обеспечивает принцип сбалансированности бюджета учреждения и позволяет избежать (минимизировать) кассовые разрывы и дефицита финансовых средств.

Ключевыми источниками доходов университета являются образовательная (66% в 2024 г.) и научная (27% в 2024 году) деятельности. В расходной части бюджета наибольшую долю затрат составляют выплаты персоналу (65% в 2024 г.). Значительные средства затрачиваются на развитие, поддержание и оснащение научно-исследовательской и образовательной инфраструктуры (21% в 2024 г.).

Таким образом, СПбПУ Петра Великого имеет внутренние материальные резервы для финансовой поддержки и продвижения приоритетных научных направлений и подразделений, на базе которых планируется реализовать Стратегию развития университета по обеспечению подготовки инженерных кадров и проведению научных разработок, направленных на обеспечение технологического лидерства. И, конечно, созданная и годами отлаженная «система внутриуниверситетского кредитования» будет играть существенную положительную роль с точки зрения бесперебойного выполнения внебюджетных НИОКР и исключения (минимизации) кассовых разрывов.

В фокусе **целевой финансовой модели** университета – диверсификация источников доходов с приоритетными задачами по развитию НПТЛ. Для обеспечения финансовой устойчивости в университете запланировано формирование специализированных **фондов развития**, в том числе:

- фонд развития молодежных научных инициатив, нацеленный на поддержку перспективных исследований команд молодых ученых;
- фонд развития новых коллективов, нацеленный на создание комфортных условий для интеграции внешних успешных команд в работу университета;
- фонд развития материально-технической базы, нацеленный на оперативное обеспечение коллективов современным научно-исследовательским оборудованием и программным обеспечением;
- фонд поддержания научно-образовательной инфраструктуры, включая запланированный к постройке современный научно-технологический

и образовательный кластер – Технополис «Передовые цифровые и производственные технологии».

Размер указанных выше фондов будет существенно расти с 4% консолидированного бюджета в 2024 году, до 8% в 2036 году (рис. 11)

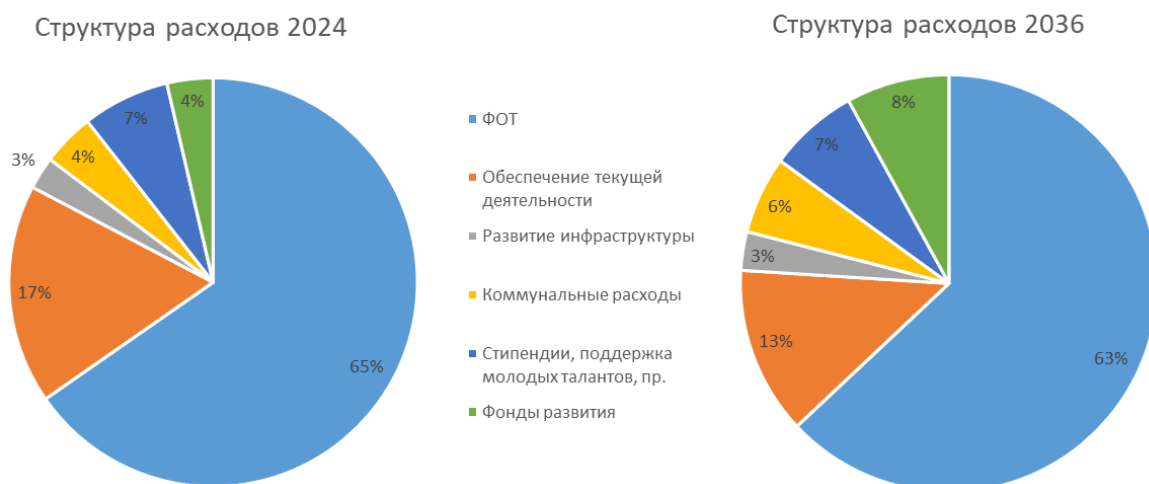


Рис. 11. Структура расходной части консолидированного бюджета, %

Также запланирована актуализация и развитие современных механизмов привлечения финансовых средств через расширение программ корпоративной благотворительности и диверсификацию структуры фонда целевого капитала по ключевым направлениям научно-технологического развития университета.

Помимо вовлечения средств из внебюджетных источников на реализацию совместных проектов технологического лидерства с промышленными партнерами университет предполагает привлечение средств на такие проекты из государственных программ финансирования исследований и разработок, в том числе:

- Государственное задание;
- Финансирование в рамках постановлений Правительства Российской Федерации, а именно: ПП РФ от 13 мая 2021 г. N 729, ПП РФ 208 от 18.02.2018 г., ПП РФ 209 от 18.02.2022, ПП РФ 218 от 09.04.2010, ПП РФ 1252 от 24.07.2021, ПП РФ 2136 от 16.12.2020, ПП РФ 109 от 17.02.2016 г., ПП РФ 529 от 30.04.2019 г., ПП РФ 634 от 25.05.2017 г.;
- Российский научный фонд;
- Фонд Национальной технологической инициативы;
- Российский фонд развития информационных технологий;
- Фонд Сколково;
- Фонд содействия инновациям;
- и др.

Описываемая система позволит гибко подходить к поддержке научно-исследовательских проектов из различных, доступных для СПбПУ источников финансирования и, вместе с тем, сбалансировать деятельность и загрузку коллектива. Мониторинг деятельности развивающихся коллективов обеспечит поддержку и переход наиболее успешных из развивающихся в категорию устойчивых отраслевых и кросс-отраслевых групп, что обеспечит увеличение доходов университета от научной деятельности.

К 2036 году запланировано более, чем 3-х кратное увеличение консолидированного бюджета (рис. 12).

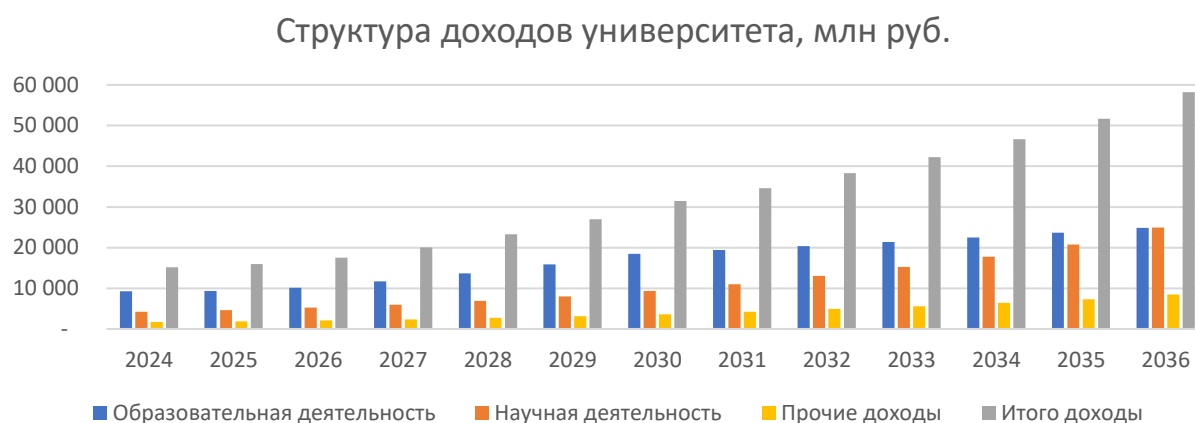


Рис. 12. Структура доходной части консолидированного бюджета, млн руб.

Значительный рост доходов по образовательной деятельности до 2030 года в целевой модели обусловлен прогнозами Минобрнауки РФ по существенному увеличению нормативных затрат по инженерным специальностям (доклад В.Н. Фалькова на стратегической сессии Правительства РФ по технологическому лидерству, 03.12.2024).

Риски, которые могут возникнуть в ходе реализации Стратегии и повлиять на деятельность университета, представлены в Приложении 3.

**«Дорожная карта» (план-мероприятий) по реализации Стратегии развития
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
по обеспечению подготовки инженерных кадров и проведению научных разработок, направленных на
обеспечение технологического лидерства**

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
	Организационное сопровождение реализации КНТН / НПТЛ	На основе – аудита ИТЗ, инфраструктуры, кадров и финансов СПбПУ; – оценки мирового научно-технологического фронта; – дорожных карт сотрудничества с промышленными партнерами; – планов реализации образовательных программ; – анализа вклада СПбПУ в стратегические планы, НПТЛ, федеральную, региональную и отраслевую повестку, разработана актуализированная стратегия СПбПУ	Актуализированная стратегия СПбПУ	- / 1 / - / 1 / - / 1 / 1	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Обеспечена связь цифровых платформенных решений СПбПУ и цифровой платформой «ГОСТЕХ» – домен «Наука и инновации»	Обеспечена интеграция цифровых платформенных решений	- / 1 / - / - / - / - / -	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
Стратегическая инициатива 1. (КНТН-1) «Системный цифровой инжиниринг»					
1.1.	Создание Центра испытаний, тестирования, верификации и валидации отечественного промышленного программного обеспечения – программных систем компьютерного инжиниринга (САЕ-систем)	Центр испытаний, тестирования, верификации и валидации отечественного промышленного программного обеспечения – программных систем компьютерного инжиниринга (САЕ-систем)	Количество программных систем компьютерного инжиниринга (САЕ-систем с учетом версионности), прошедших испытания, тестирование, верификацию и валидацию	1 / 2 / 3 / 3 / 3 / 4 / 5	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
1.2.	Системный цифровой инжиниринг технологических процессов, таких как литье, штамповка и пр. в рамках развития цифровых двойников производства. НПТЛ «Средства производства и автоматизации», ОЗР 8 «Развитие инжиниринговых организаций», ФП 4 «Развитие производства литейного и термического оборудования», а также 1.5 ФП 1 «Развитие станкоинструментальной промышленности»	Разработаны математические, компьютерные, цифровые модели и цифровые двойники для технологических процессов, включая литье, штамповку и пр. Созданы цифровые (виртуальные) испытательные стенды и полигоны для подтверждения соответствия качеству по ключевым техническим характеристикам и по всем направлениям развития станкоинструментальной промышленности.	Количество цифровых (виртуальных) испытаний для программных систем компьютерного инжиниринга (САЕ-систем)	100 / 200 / 300 / 350 / 400 / 450 / 600	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
			Количество верификационных и валидационных цифровых (виртуальных) испытаний для программных систем компьютерного инжиниринга (САЕ-систем)	10 / 20 / 30 / 35 / 40 / 45 / 60	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
		Разработаны инструменты системного цифрового инжиниринга средств производства и автоматизации на базе цифровой платформы по разработке и	Количество цифровых (виртуальных) испытаний в рамках технологии создания цифровых двойников производства, шт	50 / 100 / 150 / 175 / 200 / 225 / 300	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
		Внедрение в цифровую платформу по разработке и применению цифровых двойников отечественных	Количество разработанных цифровых (виртуальных) испытательных полигонов, шт	1 / 2 / 5 / 7 / 9 / 10 / 12	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
		Количество платформенных решений и отраслевых версий, шт	Количество РИД, шт	1 / 2 / 3 / - / - / - / -	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
		Количество РИД, шт	Количество РИД, шт	2 / 5 / 10 / 12 / 14 / 16 / 20	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
		применению цифровых двойников CML-Bench®	платформенных решений и технологий, шт	1 / 5 / 7 / 8 / 9 / 10 / 12	2029 г.
					2030 г.
			Количество проектов, выполняемых на платформе, шт		2036 г.
1.3.	Системный цифровой инжиниринг высокотехнологичных промышленных изделий из композиционных материалов и новых материалов и оборудования на основе технологий разработки и применения цифровых двойников композиционных и новых материалов, новых изделий НПТЛ «Новые материалы и химия»	Разработаны математические, компьютерные, цифровые модели и цифровые двойники для высокотехнологичных промышленных изделий из композиционных материалов и новых материалов на основе технологий разработки и применения цифровых двойников композиционных и новых материалов, новых высокотехнологичных изделий	Количество цифровых (виртуальных) испытаний (в рамках создания цифровых двойников), шт	50 / 100 / 150 / 175 / 200 / 225 / 300	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
			Количество платформенных решений и отраслевых версий, шт		2029 г.
					2030 г.
			Количество РИД, шт	2 / 5 / 10 / 12 / 14 / 16 / 20 1 / 2 / 3 / - / - / - / -	2036 г.
			Количество разработанных технологий производства полимерных композиционных материалов их компонентов (новые материалы и химия), шт		
		Разработаны инструменты системного цифрового инжиниринга композиционных материалов и изделий из них на базе цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®	Внедрение в цифровую платформу по разработке и применению цифровых двойников отечественных платформенных решений и технологий, шт		2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
			Количество проектов, выполняемых на платформе, шт		2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
1.4.	Системный цифровой инжиниринг для транспорта, и компонентов, в частности, применение цифровых двойников в области	Разработаны математические, компьютерные, цифровые модели и цифровые двойники для изделий транспортной мобильности, и компонентов,	Количество цифровых (виртуальных) испытаний в рамках создания цифровых двойников, шт	50 / 100 / 150 / 175 / 200 / 225 / 300	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
	разработки двигателей – в том числе газотурбинных и поршневых. НПТЛ «Промышленное обеспечение транспортной мобильности», ФП4 «Разработка важнейших наукоемких технологий и опережающая подготовка и переподготовка квалифицированных кадров по направлению транспортной мобильности», ОЗР 6 «Обеспечена разработка и внедрение критических транспортных технологий для различных сфер применения (море, земля, воздух), в том числе беспилотных и автономных систем»	в частности, для разработки двигателей – в том числе газотурбинных и поршневых.	Количество платформенных решений и отраслевых версий, шт Количество РИД, шт Внедрено отечественных технологических решений в области системного цифрового инжиниринга (ОЗР6 «Обеспечена разработка и внедрение отечественных технологий в авиа-, судостроительной и инновационной транспортной отрасли»), шт	1 / 2 / 3 / - / - / - / - 2 / 5 / 10 / 12 / 14 / 16 / 20 1 / 3 / 5 / - / - / - / -	2028 г. 2029 г. 2030 г. 2036 г.
		Разработаны инструменты системного цифрового инжиниринга, обеспечивающие решение задач транспортной мобильности, на базе цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®	Внедрение в цифровую платформу по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench® отечественных платформенных решений и технологий, шт Количество проектов, выполняемых на платформе, шт	1 / 2 / 3 / - / - / - / - 1 / 5 / 7 / 8 / 9 / 10 / 12	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
1.5.	Системный цифровой инжиниринг изделий и разработка цифровых двойников в области энергетического машиностроения. НПТЛ «Новые атомные и энергетические технологии», ФП «технологии термоядерной энергетики», «Специальные материалы и технологии атомной энергетики»	Разработаны математические, компьютерные, цифровые модели и цифровые двойники для изделий и технологий энергетического машиностроения, включая водо-водяные энергетические реакторы, реакторы на быстрых нейтронах, термоядерные реакторы, технологии обращения с РАО и ОЯТ	Количество цифровых (виртуальных) испытаний в рамках создания цифровых двойников, шт	50 / 100 / 150 / 175 / 200 / 225 / 300 1 / 2 / 3 / - / - / - / - 2 / 5 / 10 / 12 / 14 / 16 / 20	2025 г.
			Количество платформенных решений и отраслевых версий, шт		2026 г.
			Количество РИД, шт		2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Разработаны инструменты системного цифрового инжиниринга в сфере атомных и	Внедрение на цифровую платформу по разработке и применению	1 / 2 / 3 / - / - / - / -	2025 г. 2026 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
		энергетических технологий на базе цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®	цифровых двойников CML-Bench® отечественных платформенных решений и технологий, шт Количество проектов, выполняемых на платформе, шт	1 / 5 / 7 / 8 / 9 / 10 / 12	2027 г. 2028 г. 2029 г. 2030 г. 2036 г.
1.6.	Системный цифровой инжиниринг и разработка беспилотных авиационных систем, компонентов и материалов, в том числе в области разработки электрических двигателей. НПТЛ «Беспилотные авиационные системы», ФП 3 «Перспективные технологии для БАС», пп. 3, 7, 9	Разработаны математические, компьютерные, цифровые модели и цифровые двойники для беспилотных авиационных систем, компонентов и материалов	Количество цифровых (виртуальных) испытаний в рамках создания цифровых двойников, шт Количество платформенных решений и отраслевых версий, шт Количество РИД, шт Количество опытных, экспериментальных образцов и демонстраторов технологий беспилотных авиационных систем, полученных в результате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по технологическому направлению "Технологии, компоновки и принципы движения БВС", шт Количество опытных, экспериментальных образцов и демонстраторов технологий беспилотных авиационных систем, полученных в результате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по технологическому направлению "Энергетические и силовые установки", шт	50 / 100 / 150 / 175 / 200 / 225 / 300 1 / 2 / 3 / - / - / - / - 2 / 5 / 10 / 12 / 14 / 16 / 20 1 / 2 / 3 / - / - / - / - 1 / 2 / 3 / - / - / - / -	2025 г. 2026 г. 2027 г. 2028 г. 2029 г. 2030 г. 2036 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
			Количество опытных, экспериментальных образцов и демонстраторов технологий беспилотных авиационных систем, полученных в результате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по технологическому направлению "Новые технологии производства и новые материалы для БАС", шт	1 / 2 / 3 / - / - / - / -	
1.7.	Системный цифровой инжиниринг изделий, применяемых для развития многоспутниковой орбитальной группировки НПТЛ «Развитие многоспутниковой орбитальной группировки»	Разработаны инструменты системного цифрового инжиниринга беспилотных авиационных систем на базе цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®	Внедрение на цифровую платформу по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench® отечественных платформенных решений и технологий, шт Количество проектов, выполняемых на платформе, шт	1 / 2 / 3 / - / - / - / - 1 / 5 / 7 / 8 / 9 / 10 / 12	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
					2036 г.
1.7.	Системный цифровой инжиниринг изделий, применяемых для развития многоспутниковой орбитальной группировки НПТЛ «Развитие многоспутниковой орбитальной группировки»	Разработаны математические, компьютерные и цифровые модели для изделий, применяемых для развития многоспутниковой орбитальной группировки	Количество цифровых испытаний в рамках создания цифровых двойников, шт Количество платформенных решений и отраслевых версий, шт Количество РИД, шт	- / - / 50 / 100 / 150 / 175 / 250 - / - / 1 / 2 / 3 / - / - - / - / 2 / 5 / 10 / 12 / 15	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
					2036 г.
		Разработаны инструменты системного цифрового инжиниринга, обеспечивающие решение задач по разработке изделий, применяемых для развития многоспутниковой орбитальной группировки, на базе цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®	Внедрение в цифровую платформу по разработке и применению цифровых двойников отечественных платформенных решений и технологий, шт Количество проектов, выполняемых на платформе, шт	- / - / 1 / 2 / 3 / - / - - / - / 1 / 5 / 7 / 8 / 10	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
1.8.	Развитие образование в сфере системного цифрового инжиниринга	Разработаны программы ДПО по направлению “Системный цифровой инжиниринг”	Доход от программ ДПО, млн. руб.	20 / 40 / 60 / 65 / 70 / 75 / 90	2025 г.
					2026 г.
			Количество открытых программ ДПО	5 / 10 / 15 / 20 / 25 / 30 / 40	2027 г.
					2028 г.
			Количество слушателей, прошедших программы ДПО	1000 / 1500 / 2000 / 2500 / 3000 / 3500 / 4500	2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Открыты сертификационные центры в сотрудничестве с промышленными партнерами	Количество сертификационных учебных центров	1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1	2025 г.
					2026 г.
			Количество слушателей прошедших программы сертификационных центров	50 / 200 / 400 / 600 / 800 / 1000 / 1500	2027 г.
					2028 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Открыта сеть Молодежных конструкторских бюро в школах, колледжах, университетах	Количество Молодежных КБ (ШКБ, СКБ, ОКБ...) Количество школьников, студентов, прошедших через деятельность конструкторских бюро Количество РИД, полученных по результатам деятельности МКБ Количество проектов, реализованных в МКБ	5 / 2 / 2 / 2 / 2 / 2 / 2 100 / 200 / 400 / 600 / 700 / 800 / 1000 1 / 5 / 10 / 15 / 20 / 25 / 40 10 / 20 / 40 / 50 / 60 / 70 / 90	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Разработаны обучающие симуляторы и тренажеры, как образовательное направление Цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®	Число разработанных симуляторов и тренажеров Число сотрудников промышленных предприятий, подключенных к симуляторам и тренажерам	1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 1 000 / 2 000 / 3 000 / 3500 / 4000 / 4500 / 5000	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
					2026 г.
					2027 г.
	Ожидаемые показатели эффективности, связанные с внедрением разработок	Выручка, полученная от выполнения НИОКР с использованием полученных результатов (нарастающим итогом с 2025 г.), млрд руб.	3/6	60/120	2030 г.
					2036 г.
Стратегическая инициатива 2. (КНТН-2) «Материалы, технологии, производство»					
2.1.	Создание и функционирование Консорциума «Промышленная робототехника и автоматизация»	- Создан межведомственный центр компетенций в области робототехники и автоматизации с конструкторским бюро - Организованы демонстрационные площадки по промышленной робототехнике и автоматизации - Разработаны и реализованы сетевые образовательные программы «школа-колледж-вуз» в области робототехники и автоматизации	Количество межведомственных центров компетенций в области робототехники и автоматизации	1/-/-/-/-/2	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Количество демонстрационных площадок по промышленной робототехнике и автоматизации (нарастающим итогом)	1/2/4/4/5/5/7	
			Количество НИР, ОКР и хоздоговоров в интересах организаций в области робототехники и автоматизации (нарастающим итогом)	1/4/9/12/15/20/40	

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
			Количество сетевых образовательных программ в области робототехники и автоматизации (нарастающим итогом)	1/3/7/10/10/10/15	
2.2.	Создание и функционирование консорциума по инновационным сварочным технологиям	- Создан межведомственный центр компетенций в области инновационных сварочных технологий - Организована демонстрационная площадка по инновационным сварочным технологиям - Организован учебный центр для получения рабочих профессий в области сварки	Создан межведомственный центр по инновационным сварочным технологиям	1/-/-/-/-/-	2025 г.
			Создана демонстрационная площадка по инновационным сварочным технологиям	-/1/-/-/-/-/1	2026 г.
			Создание учебного центра для получения рабочих профессий в области сварки	-/1/-/-/-/-/1	2027 г.
			Количество НИР, ОКР и хоз. договоров в интересах организаций в сфере сварочных технологий и оборудования (нарастающим итогом)	1/4/9/12/15/20/40	2028 г.
			Количество дополнительных программ образования и сетевых образовательных программ (нарастающим итогом)	2/5/10/10/10/10/12	2029 г.
					2030 г.
2.3.	Создание межотраслевого сертификационного и производственного центра в области химических источников тока	Создан межотраслевой сертификационный и производственный центр в области химических источников тока; - Реализованы сертификационные испытания; - Разработаны методики и стандарты проведения испытаний (в т.ч. адаптируются международные); - Разработаны новые системы накопления энергии на базе литий ионных аккумуляторов. - Разработаны и реализуются сетевые образовательные программы;	Создан межотраслевой сертификационный и производственный центр в области химических источников тока	1/-/-/-/-/-/1	2025 г.
			Количество сертификационных испытаний (нарастающим итогом)	-/3/8/13/19/25/50	2026 г.
			Количество разработанных (адаптированных) методик испытаний (нарастающим итогом)	-/1/3/5/5/5/7/10	2027 г.
			Количество сетевых образовательных программ (нарастающим итогом)	-/1/3/3/3/4/6	2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
		- Запущено малотоннажное производство лити-ионных аккумуляторных батарей; - Создан научно-производственный консорциум ключевых производителей и потребителей ЛИА.	Количество произведенных аккумуляторных батарей в кВт·ч (нарастающим итогом) Количество консорциумов	-/- /500/1000/1500/2500/10000 -/1/-/1/-/1/2	
2.4.	Создание и функционирование центра по наукоемкому мелкосерийному производству высокотехнологической продукции гражданского и специального назначения	Создан центр наукоемкого мелкосерийного производства высокотехнологической продукции гражданского и специального назначения	Количество НИР и ОКР, хозяйственных договоров, шт. (нарастающим итогом)	1/3/6/10/15/18/45	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
Ожидаемые показатели эффективности, связанные с внедрением разработок			Выручка, полученная от продажи произведенной продукции, разработанной интеллектуальной собственности и предоставленных услуг в области НИОКР в области «Материалы, технологии, производство» (нарастающим итогом с 2025 г.), млрд. руб.	2,4/5	2030 г.
			Количество созданных и зарегистрированных результатов интеллектуальной деятельности (нарастающим итогом), шт.		2036 г.
			Количество разработанных технологий, относящихся к критическим и		
				30/60	
				10/18	

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
			сквозным технологиям в области «Материалы, технологии, производство» (нарастающим итогом), шт. Созданы центры наукоемкого мелкосерийного производства высокотехнологической продукции (нарастающим итогом), шт. Реализованы мероприятия по популяризации промышленной робототехники, созданы площадки по промышленной робототехнике и автоматизации (нарастающим итогом), шт. Численность граждан, прошедших обучение по разработанным или актуализированным программам дополнительного профессионального образования в интересах организаций сферы новых материалов и технологий, (нарастающим итогом), чел.	1/1 5/7 120/400	
Стратегическая инициатива 3. (КНТН-3) «Искусственный интеллект для решения кросс-отраслевых задач»					
3.1	Разработка технологий ИИ и моделей обучения для высокоточной диагностики, предиктивной аналитики в рамках теории выживаемости. НПТЛ «Новые технологии сбережения здоровья»	Разработана методологическая и инструментальная база и созданы платформенные решения в медицине и биоэкономике	Количество созданных методов, алгоритмов и реализующих их программных средств, шт.	1/2/4/6/8/10/20	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
					2025 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
			Статьи в журналах уровня 1 из «Белого списка» и/или Q1 Scopus, шт.	1/1/2/2/3/3/6	2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Участие в конференциях А*, шт.	-1/1/2/2/3/3/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Количество РИД, шт.	1/2/3/4/5/6/10	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Количество платформенных решений, шт.	-1/1/1/2/2/4	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Сервисы для генерации датасетов (по отраслям экономики)	Количество сервисов, шт.	1/1/2/2/3/3/5	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Количество датасетов по отраслям, шт.	1/1/2/2/3/4/7	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
3.2	Разработка платформенных решений для задач управления структурно-сложными распределенными системами/процессами в условиях неопределенности; мониторинга и промышленной диагностики. НПТЛ «Экономика данных и цифровая трансформация государства».	Разработана методологическая и инструментальная база, созданы мультиагентные системы для оптимизации технологических процессов, платформенные решения для управления системами/процессами мониторинга и промышленной диагностики, решения социально-экономических задач.	Количество созданных методов, алгоритмов и реализующих их программных средств, шт.	1/1/2/2/3/3/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Статьи в журналах уровня 1 из «Белого списка» и/или Q1 Scopus, шт.	1/3/3/4/4/5/8	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Участие в конференциях А*, шт.	-/1/2/3/3/4/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
			Количество РИД, шт.	1/2/2/3/3/4/7	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Количество платформенных решений, шт.	1/1/2/2/2/3/5	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
3.3	Разработка роботизированных систем с машинным зрением для автоматизации производства, разработка фундаментальных проблемно-ориентированных математических и компьютерных моделей. НПТЛ «Средства производства и автоматизации».	Разработана методологическая и инструментальная база и созданы платформенные решения автоматизации процессов производства	Количество созданных методов, алгоритмов и реализующих их программных средств, шт.	1/1/1/2/2/2/5	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Статьи в журналах уровня 1 из «Белого списка» и/или Q1 Scopus, шт.	1/1/1/2/2/3/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Участие в конференциях А*, шт.	-/1/1/1/2/2/5	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Количество РИД, шт.	-/2/2/3/3/3/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Количество платформенных решений, шт.	-/1/2/2/3/3/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
3.4	Разработка платформенных решений с использованием ИИ для прогнозирования физико-химических свойств материалов. ННТЛ «Новые материалы и химия»	Разработана методологическая и инструментальная база и созданы платформенные решения прикладных задач материаловедения	Количество созданных методов, алгоритмов и реализующих их программных средств, шт.	-/1/1/2/2/3/5	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Статьи в журналах уровня 1 из «Белого списка» и/или Q1 Scopus, шт.	1/1/1/2/2/3/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
			Участие в конференциях А*, шт.	-/1/1/1/2/2/5	2036 г.
					2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Количество РИД, шт.	1/1/1/2/2/3/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
			Количество платформенных решений, шт.	-/1/2/2/2/3/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
3.5	Использование РИД в деятельности предприятий и внедрение платформенных решений с использованием ИИ в деятельности предприятий и в образовательный процесс для подготовки кадров	Коммерциализация РИД	Количество заключенных лицензионных договоров на РИД, шт.	1/2/2/2/2/6	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2031- 2036 гг.
					2025 г.
				0/1/2/2/3/3/5	2025 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
		Количество актов о внедрении платформенных решений на предприятиях реального сектора экономики	Количество актов о внедрении платформенных решений на предприятиях реального сектора экономики, шт.		2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2031- 2036 гг.
		Количество актов о внедрении платформенных решений в образовательный процесс для подготовки кадров	Количество актов о внедрении платформенных решений в образовательный процесс для подготовки кадров, шт.	1/2/2/3/4/4/4	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2031- 2036 гг.
3.6	Развитие образования в области ИИ	Разработанные и усовершенствованные образовательные программы	Количество программ, шт.	1/1/1/1/2/2/4	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Повышение профессиональных навыков специалистов, прошедших обучение	Количество специалистов, успешно прошедших обучение, чел.	30/40/40/50/60/60/100	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
					2030 г.
					2036 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Программы ДПО и ПО для национальных проектов	Количество слушателей, завершивших программы ДПО и ПО СПбПУ (в том числе сетевые) по национальным проектам, чел. (нарастающим итогом)	100/250/400/500/600/700/1500	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
	2036 г.				
4. Построение гибкой системы оценки образовательных результатов, основанной на индивидуальных достижениях					
4.1	Разработка и внедрение новой системы индивидуальных достижений (СИД 4.0), ориентированной на раскрытие и развитие возможностей (талантов) студентов	повышение прозрачности и объективности оценки компетенций обучающихся	доля контингента студентов, вовлеченных в систему индивидуальных достижений (%)	35/55/75/85/95/100/100	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		изменение требований к внутренней оценке качества результатов освоения образовательных программ	доля образовательных программ, использующих СИД 4.0 (%)	45/65/75/100/100/100/100	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		создание информационных ресурсов, сопровождающих СИД 4.0	наполнение информационных ресурсов (%)	25/45/65/85/95/100/100	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
4.2	Повышение качества образовательного процесса через внедрение инструментов и сервисов искусственного интеллекта (ИИ)	персонализация образовательного процесса, учитывающая способности и таланты обучающихся через внедрение, СИД 4.0 и использование технологий ИИ	доля обучающихся, имеющих дополнительные индивидуальные достижения (%)	25/35/45/50/50/65/75	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		изменение структуры нагрузки преподавателей, усиление роли наставничества, вовлеченности в исследовательскую деятельность за счет снижения рутинной нагрузки	доля преподавателей, прошедших повышение квалификации по новой системе оценивания (%)	45/65/75/95/-/-/-	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		тиражирование и трансфер результатов внедрения СИД 4.0 в другие образовательные организации	доля преподавателей, использующих, СИД 4.0 и инструменты ИИ в образовательном процессе (%)	45/65/75/95/-/-/-	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
		тиражирование и трансфер результатов внедрения СИД 4.0 в другие образовательные организации	численность преподавателей других образовательных организаций, прошедших повышение квалификации по новой системе оценивания (чел.)	0/50/75/100/125/150/200	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
			доля сетевых договоров (базовая организация) с образовательными организациями, предусматривающие оценку по СИД 4.0 (%)	15/25/50/75/85/100/100	2030 г. 2036 г.
4.3	Усиление фундаментальной подготовки инженерных направлений за счет включения индивидуальных достижений в систему оценивания	обеспечение дистанционного многопользовательского доступа к экспериментальной измерительной базе, в том числе с использованием технологии виртуальной реальности	доля лабораторных работ, обеспеченных дистанционным многопользовательским доступом к экспериментальной измерительной базе, в том числе с использованием технологии виртуальной реальности (%) количество демонстраторов лабораторных работ/виртуальных приборов (ед.)	5/15/25/35/45/50/55 5/15/25/30/35/45/55	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		обеспечение нового содержания базового инженерного ядра	доля преподавателей специальных дисциплин, удовлетворенных качеством фундаментальной инженерной подготовки (%) доля промышленных партнеров, удовлетворенных качеством фундаментальной подготовки (%)	55/75/75/85/85/90/90 35/50/75/85/85/90/90	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
4.4	Внедрение новых форматов государственной итоговой аттестации (ГИА)	совмещение образовательного и продуктового результата на ГИА	доля образовательных программ с выпускными работами, выполненными в формате комплексных междисциплинарных проектов по заказу промышленных предприятий и (или) стартапов (%) доля образовательных программ с выпускными работами, выполненными в рамках действующих НИОКР, ОКР по направлениям национальных проектов	10/20/35/40/45/45/50 5/10/25/30/35/45/50	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
			обеспечения технологического лидерства (для специализированного образования) (%)		
		новая форма вовлечения промышленных предприятий в реализацию образовательных программ	доля промышленных партнеров, привлекающих студентов для реализации проектов технологического лидерства (%) доля трудоустроенных студентов, выполнивших выпускные проекты по заказу предприятий (%)	5/10/25/30/35/45/50 75/75/85/85/95/95/95	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		разработка образовательных программ под новую модель образования с проведением ГИА в форме комплексного экзамена	доля разработанных образовательных программ с ГИА в форме комплексного экзамена (%)	-/-/5/15/35/-/-	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
4.5. Формирование цифрового образовательного профиля студента с учетом системы индивидуальных достижений	результаты образовательных, научных и внеучебных достижений обучающихся доступны промышленным предприятиям	доля обучающихся, для которых сформированы образовательные траектории и карьерные рекомендации на основе цифрового образовательного профиля (%)	-/-/25/30/35/50/85	2025 г.	
				2026 г.	
				2027 г.	
				2028 г.	
				2029 г.	
				2030 г.	
				2036 г.	
5. Новая роль ДПО и ПО					
5.1	Внедрение ДПО и ПО в продуктовое предложение НИОКТР	Реализация программ ДПО и ПО в рамках НИОКТР по стратегическим инициативам технологического лидерства университета	Доход от ДПО и ПО по стратегическим инициативам технологического лидерства суммарно (млн руб. в год)	100/120/150/250/350/450 /650	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
		Адаптация программ ДПО и ПО н основе НИОКТР для открытого рынка	Количество программ по стратегическим инициативам технологического лидерства нарастающим итогом на цифровой платформе СПбПУ	20/40/60/80/100/120/200	2030 г.
					2036 г.
					2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
5.2	Центр компетенций инженерного образования	Создание авторизованных учебных центров отечественного инженерного программного обеспечения	Количество авторизованных учебных центров отечественного инженерного программного обеспечения, шт. (нарастающим итогом) Количество слушателей программ на базе авторизованных учебных центров отечественного инженерного программного обеспечения, чел.	3/5/7/8/9/10/15 200/500/1000/1200/1400/ 1500/2500	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Разработка массовых онлайн-курсов по сквозным и критическим технологиям	Количество слушателей, чел. (нарастающим итогом)	2500/6000/8000/10000/1 2000/14000/20000	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
5.3	Устранение кадрового голода	Бесплатные партнерские программ ДПО и ПО для студентов Программы ДПО и ПО для национальных проектов	Количество бесплатных партнерских программ ДПО и ПО для студентов, шт. (нарастающим итогом)	10/20/40/50/60/70/100 3/4/5/6/7/8/10	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.

№ п/п	Наименование мероприятия / проекта	Ожидаемый результат	Показатель эффективности	Целевое значение показателя эффективности	Срок
			Количество национальных проектов, в которых представлены программы ДПО и ПО СПбПУ (в том числе сетевые), шт. (нарастающим итогом)		2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.
		Программы ДПО и ПО для национальных проектов	Количество слушателей, завершивших программы ДПО и ПО СПбПУ (в том числе сетевые) по национальным проектам, чел. (нарастающим итогом)	100/250/400/500/600/700/1500	2025 г.
					2026 г.
					2027 г.
					2028 г.
					2029 г.
					2030 г.
					2036 г.

Принято
Президиумом Научно-технического совета
ФГАОУ ВО СПбПУ
07.02.2025

ПОЛОЖЕНИЕ
о порядке отбора и назначения лиц, ответственных за реализацию
ключевых научно-технологических направлений в СПбПУ
(«главных конструкторов»)

1. Общие положения

- 1.1. Настоящим Положением определяются порядок и процедура назначения ответственных (далее – главный конструктор КНТН) за реализацию ключевых научно-технологических направлений (далее – КНТН) ФГАОУ ВО СПбПУ (далее – Университета).
- 1.2. Положение разработано в соответствии с поручением Правительства Российской Федерации от 25 ноября 2024 г. № ММ-П8-40008.
- 1.3. Главный конструктор КНТН руководит развитием определенного КНТН в интересах Университета и в соответствии со Стратегией развития Университета.
- 1.4. Главный конструктор КНТН в своей деятельности руководствуется законодательством Российской Федерации, Уставом Университета, локальными нормативными актами Университета, а также своей должностной инструкцией.

2. Порядок проведения отбора и назначения

- 2.1. Критериями назначения ответственного за реализацию КНТН являются:
 - опыт выполнения проектов в рамках внебюджетного финансирования по соответствующему КНТН за последние 3 года - не менее 30 млн рублей ежегодно;
 - опыт реализации не менее 5 НИОКР по соответствующему КНТН, реализованных в интересах промышленных партнёров;
 - не менее 5 публикаций за последние 3 года по соответствующему КНТН;

- автор не менее 10 объектов интеллектуальной собственности по соответствующему КНТН, обладающих государственной регистрацией;
- наличие опыта сопровождения не менее 4-х диссертационных работ аспирантов в качестве научного руководителя;
- не менее 3-х разработанных учебно-методических материалов по тематикам, связанным с соответствующим КНТН;
- научные достижения, в т.ч. российские и международные премии и награды в области науки и техники.

Для кандидатов, привлекаемых из компаний и предприятий из реального сектора экономики, приведённые выше критерии могут быть заменены на критерий:

- общий стаж работы на руководящих позициях в компании или предприятии по соответствующему КНТН из реального сектора экономики не менее 5 лет.

В исключительных случаях, при отсутствии кандидатов, которые соответствовали бы приведённым выше критериям, по решению ректора Университета, ответственным за реализацию КНТН может быть назначен первый проректор или проректор по научной работе Университета, сроком не более чем на 1 год.

- 2.2. Кандидатуры соискателей на должность главного конструктора КНТН рассматриваются на НТС СПбПУ на предмет соответствия критериям, приведённым в п.2.1 настоящего Положения.
- 2.3. Главный конструктор КНТН назначается на должность и освобождается от занимаемой должности приказом ректора Университета на основании решения Научно-технического совета Университета.

Таблица 1 – Описание рисков реализации Стратегии и их способов устранения

№	Описание	Способ устранения / уменьшения	Вероятность возникновения (низкий, средний и высокий)	КНТН/СИ
1. Геополитические				
1.1.	Изменение санкционной политики и связанных ограничений	При реализации проекта используется отечественное программное обеспечение	низкий	КНТН-1
		Приоритет отдается отечественным комплектующим и расходным материалам	низкий	КНТН-2
1.2	Санкционное давление, усложнение цепочек поставок, ключевая ставка финансирования и курс рубля приводит к значительному удорожанию необходимого для развития КНТН-3 оборудования, что в свою очередь может привести к высоким рискам замедления реализации	Для снижения влияния данного риска в СПБПУ имеется основное оборудование, в том числе СКЦ «Политехнический» как для выполнения научно-исследовательских работ, так и для образовательной деятельности в области ИИ	низкий	КНТН-3
2. Экономические				
2.1.	Изменение востребованности продуктов разных типов на рынках	Цифровая платформа позволяет интегрировать все необходимые инструменты разработки для адаптации к применению во всех приоритетных отраслях высокотехнологичной промышленности. Создание вариативных разработок, направленных на многоцелевое использование	средний	КНТН-1, КНТН-2 КНТН-3
2.2.	Потребности рынка ниже созданных мощностей	Поиск альтернативных потребителей, в том числе странах-партнерах	низкий	КНТН-2
2.3	Повышение стоимости сырья и комплектующих	Возможные колебания цен, в том числе на комплектующие и сырье, будут закладываться производителем при расчете стоимости продукции и планировании продаж.	высокий	КНТН-2
2.4.	Рост количества бесплатных образовательных программ для граждан	Поиск уникальных сегментов, не охваченных массовыми программами; расширение представленности в национальных проектах; наращивание портфеля корпоративного ДПО.	средний	СИ-5
2.5	Сокращение свободных средств компаний из реального сектора экономики на НИОКР	Для снижения влияния данного риска СПБПУ принимает активное участие в конкурсах на получение грантов и субсидий на выполнение	средний	КНТН-3

№	Описание	Способ устранения / уменьшения	Вероятность возникновения (низкий, средний и высокий)	КНТН/СИ
		фундаментальных и прикладных исследований		
3. Технологические				
3.1.	Риски совместимости с используемым заказчиком промышленным программным обеспечением	Обеспечивается оперативная интеграция применяемых заказчиками программных продуктов	средний	КНТН-1, КНТН-3
3.2.	Отсутствие необходимого для реализации проекта сырья и материалов с поставкой в установленные сроки	Организация работы по поиску альтернативных поставщиков сырья и материалов. Проработка логистики поставок на ранних стадиях реализации.	средний	КНТН-2
3.3	Неполучение планируемых результатов	Привлечение высококвалифицированных кадров. Активное взаимодействие с реальным сектором экономики за счет уже полученного опыта кооперации, наличия значительного научно-технического задела и многолетнего опыта проведения ОКР.	низкий	КНТН-2
3.4	Копирование результатов разработок	Правовая охрана объектов интеллектуальной собственности по мере возникновения РИД и отслеживание фактов нарушения прав на них. Доведение результатов до партнеров в максимально короткие сроки.	низкий	КНТН-2
4. Кадровые				
4.1.	Недостаток высококвалифицированных кадров	Проект реализуется на базе Передовой инженерной школы СПбПУ, образовательные программы которой формируются при участии заказчиков из промышленности, что гарантирует соответствие компетенций современным запросам индустриальных партнеров	низкий	КНТН-1
		Резервирование денежных средств для обучения персонала и привлечение высококвалифицированных специалистов. Разработка собственных программ образования для подготовки необходимых молодых специалистов	низкий	КНТН-2

№	Описание	Способ устранения / уменьшения	Вероятность возникновения (низкий, средний и высокий)	КНТН/СИ
4.2.	Ограничения человеческих ресурсов для масштабирования деятельности	Внедрение технологических решений, в том числе на базе ИИ, для оптимизации нагрузки на персонал.	средняя	СИ-5
4.3	Высокая конкуренция за кадры с компетенциями в сфере ИИ на внутреннем рынке труда РФ. Рост зарплатных плат специалистов с компетенциями в сфере ИИ и ограниченный рынок труда приводят к постоянному оттоку специалистов из университета	Для снижения влияния данного риска СПбПУ осуществляет подготовку научных кадров в сфере ИИ как для выполнения научно-исследовательских работ, так и для образовательной деятельности	высокая	КНТН-3

Резюме кандидата на должность ответственного за реализацию ключевых научно-технологических направлений («главного конструктора»)

Наименование образовательной организации высшего образования: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»);

Ключевое научно-технологическое направление (КНТН-1) – «Системный цифровой инжиниринг»



Основная информация

– Боровков Алексей Иванович (7 июня 1955 г.р.)

- проректор по цифровой трансформации, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»);
- кандидат технических наук (1985), доцент (1993), с 2001 года избирался или назначался приказом ректора на должность профессора Высшей школы «Механика и процессы управления» Физико-механического института или Высшей школы «Передовые цифровые технологии» Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг»;
- в 1978 год окончил физико-механический факультет Ленинградского политехнического института им. М.И. Калинина (ныне – СПбПУ) по специальности «Динамика и прочность машин», специальность по образованию – инженер-физик;
- в 1985 году защитил кандидатскую диссертацию по специальности «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» на тему «Моделирование и конечно-элементный анализ композитных структур энергоагрегатов» (термоядерных реакторов).

Опыт работы и занимаемые должности:

- проректор по цифровой трансформации СПбПУ (с апреля 2021 г. по настоящее время; ранее – проректор по перспективным проектам СПбПУ с 2011 г. по март 2021 г.)
- руководитель Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» (с июля 2022 года),
- руководитель Научного центра мирового уровня «Передовые цифровые технологии» СПбПУ,
- руководитель Центра компетенций НТИ «Новые производственные технологии» СПбПУ (с 2018 г.),
- руководитель программы Инфраструктурного центра «Технет» (с 2022 г.),
- руководитель Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ (с 2014 г.),
- руководитель Центра трансфера технологий СПбПУ «Центр трансфера и импортозамещения передовых цифровых и производственных технологий»,

	– научный руководитель Института передовых производственных технологий (ИППТ) СПбПУ (с 2015 по 2022 г.), – лидер (соруководитель) рабочей группы «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы (НТИ) (с 2017 года); председатель Комитета по стратегии и кадрам при Наблюдательном совете АНО «Платформа НТИ»; председатель общественно-экспертного совета ФП «Национальная технологическая инициатива»; член Экспертного совета АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» (АСИ); член экспертной рабочей группы «Инновационная деятельность, наука, исследования и технологии» АСИ; – член Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике; член Российского национального комитета по теории машин и механизмов РАН (IFTоММ); чл.-корр. Российской инженерной академии; чл.-корр. Международной академии наук высшей школы; действительный член (академик) Санкт-Петербургской инженерной академии по специальности «Информатика, вычислительная техника, система связи и коммуникация»; – член Совета по инжинирингу и промышленному дизайну при Минпромторге России; – член НТС при президиуме Правительственной комиссии по вопросам развития беспилотных авиационных систем; член РГ по созданию интегрированного цифрового пространства БАС при президиуме Правительственной комиссии по вопросам развития БАС; член РГ по разработке модулей по обучению навыкам проектирования, разработки, производства и эксплуатации БАС; – член НТС Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации; – член секции «Интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы, включая автономные системы» НТС Комиссии по научно-технологическому развитию Российской Федерации; – член межведомственной РГ по развитию высокопроизводительных вычислений, алгоритмов, искусственного интеллекта и гридтехнологий; – член Совета по развитию цифровой экономики при Совете Федерации Федерального Собрания РФ, член секции «Цифровая промышленность» и секции «Распространение российских цифровых продуктов и платформ»; – член технического комитета по стандартизации № 700 (ТК 700) Росстандарта «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии», руководитель РГ «Цифровые двойники изделий»; – член Межведомственной комиссии по технологическому развитию при Правительственной комиссии по модернизации экономики и инновационному развитию России;
--	--

	– член Совета по грантам на оказание государственной поддержки создания и развития передовых инженерных школ; член Экспертного совета по рассмотрению и утверждению стратегий развития инженерных университетов; член Координационного совета Минобрнауки России по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки»; член секции по развитию суперкомпьютерной инфраструктуры в Российской Федерации при Совете по цифровому развитию и информационным технологиям Минобрнауки России; – член президиума экспертного совета для проведения научно-технической экспертизы результатов реализации соглашений о намерениях между Правительством Российской Федерации и заинтересованными организациями в целях развития отдельных высокотехнологичных направлений; руководитель Комитета по высокотехнологичным направлениям «Новое индустриальное программное обеспечение» и «Новое общесистемное программное обеспечение». Номер мобильного телефона: +7-921-855-51-22 vice-rector.ap@spbstu.ru borovkov@compmechlab.com
Научная деятельность*	Области научной деятельности: механика деформируемого твердого тела, механика жидкости и газа, вычислительная механика (Computational Mechanics), компьютерный и цифровой инжиниринг (Computer-Aided / Digital Engineering), меж-, много- и транс-дисциплинарные компьютерные и суперкомпьютерные технологии для решения промышленных задач, разработка и применение технологии цифровых двойников (Digital Twins) высокотехнологичных промышленных изделий, машин, конструкций и оборудования, разработка и применение Цифровой платформы разработки и применения цифровых двойников CML-Bench®, применение передовых производственных технологий (Advanced Manufacturing Technology), системный цифровой инжиниринг Под научным руководством проф. А.И. Боровкова 11 аспирантов и соискателей успешно защитили кандидатские диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.
	Публикационная активность проф. А.И. Боровкова (на основе данных Научной электронной библиотеки elibrary.ru, по состоянию на 07.02.2025): – публикации, включенные в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) – 550 публикаций (420 публикаций с 2015 года) с общим количеством цитирований – 3204, включая 164 патента и свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатенте);

	– публикации, включенные в ядро РИНЦ – 200 публикаций (121 публикация с 2015 года) с общим количеством цитирований – 1932; – статьи в журналах, входящих в Russian Science Citation Index – 72 статьи (39 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 414; – статьи в журналах, входящих в Directory of Open Access Journals – 33 статьи (30 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 538; – статьи в журналах, включенных в Белый список – 142 статьи (83 статьи с 2015 года) с общим количеством цитирований – 1738; – статьи в журналах, включенных в Белый список (уровень 1) – 27 статей (15 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 805; – статьи в журналах, включенных в Белый список (уровень 2) – 53 статьи (34 статьи с 2015 года) с общим количеством цитирований – 587; – статьи в журналах, включенных в Белый список (уровень 3) – 23 статьи (17 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 194; – статьи в журналах, включенных в Белый список (уровень 4) – 39 статьи (17 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 152; – статьи в российских журналах, включенных в перечень ВАК – 118 статей (74 статьи с 2015 года) с общим количеством цитирований – 885; – статьи в российских журналах, включенных в перечень ВАК (категория 1) – 32 статьи (23 статьи с 2015 года) с общим количеством цитирований – 514; – статьи в российских журналах, включенных в перечень ВАК (категория 2) – 44 статьи (23 статьи с 2015 года) с общим количеством цитирований – 201; – статьи в российских журналах, включенных в перечень ВАК (категория 3) – 8 статей (5 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 12; – статьи в журналах, входящих в Web of Science или Scopus – 124 статьи (76 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 1575; – статьи в журналах, входящих в Web of Science – 77 статей (47 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 1138; – статьи в журналах, входящих в Web of Science (квартиль 1) – 12 статей (4 статьи с 2015 года) с общим количеством цитирований – 138; – статьи в журналах, входящих в Web of Science (квартиль 2) – 20 статей (10 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 659; – статьи в журналах, входящих в Web of Science (квартиль 3) – 17 статей (10 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 186;
--	--

– статьи в журналах, входящих в Web of Science (квартиль 4) – 28 статей (23 статьи с 2015 года) с общим количеством цитирований – 155;

– статьи в журналах, входящих в Scopus – 123 статьи (75 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 1569;

– статьи в журналах, входящих в Scopus (квартиль 1) – 32 статьи (22 статьи с 2015 года) с общим количеством цитирований – 1101;

– статьи в журналах, входящих в Scopus (квартиль 2) – 26 статей (11 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 200;

– статьи в журналах, входящих в Scopus (квартиль 3) – 19 статей (11 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 105;

– статьи в журналах, входящих в Scopus (квартиль 4) – 29 статей (26 статей с 2015 года) с общим количеством цитирований – 128;

Проф. А.И. Боровков – автор и соавтор 25 монографий и учебных пособий, среди которых отметим следующие:

1. Боровков А.И., Рябов Ю.А., Щербина Л.А. и др. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: монография / Под ред. А. И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 492 с. (ISBN 978-5-7422-8006-4);

2. **Боровков А.И.**, Кукушкин К.В., Корчевская А.А. и др. Передовые производственные технологии: возможности для России. Экспертно-аналитический доклад: монография / Под ред. А. И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 436 с. (ISBN 978-5-7422-7141-3);

3. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Гришина Н.С. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ: С ВЕЛИКОЙ ИСТОРИЕЙ – В ВЕЛИКОЕ БУДУЩЕЕ – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 230 с. (ISBN: 978-5-7422-8600-4);

4. Летопись Центра компетенций Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» (2018–2022) / Под ред. А. И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 1290 с. (ISBN 978-5-7422-8242-6);

5. Боровков А.И., Рождественский О.И., Павлова Е.И. и др. РОТОРНО-УПРАВЛЯЕМЫЕ СИСТЕМЫ: ПАТЕНТЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 40 с. с приложениями в электронном виде, которые содержат 8428 патентов;

6. Боровков А.И., Рождественский О.И., Павлова Е.И. и др. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА САЕ-СИСТЕМ. ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД ПО СОСТОЯНИЮ НА МАРТ 2024 ГОДА – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024 – 228 с. (ISBN: 978-5-7422-8572-4);

7. Боровков А.И., Рождественский О.И., Павлова Е.И. и др. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ CAD-

СИСТЕМ. ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД ПО СОСТОЯНИЮ НА МАРТ 2024 ГОДА – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024 – 214 с. (ISBN: 978-5-7422-8571-7);

8. Боровков А.И., Рождественский О.И., Павлова Е.И. и др. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЯ PLM-СИСТЕМ. ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД ПО СОСТОЯНИЮ НА МАРТ 2024 ГОДА – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024 – 174 с. (ISBN: 978-5-7422-8570-0);

9. Боровков А.И., Рождественский О.И., Павлова Е.И. и др. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ САМ-СИСТЕМ. ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД ПО СОСТОЯНИЮ НА МАРТ 2024 ГОДА – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024 – 188 с. (ISBN: 978-5-7422-8573-1);

10. Боровков А.И., Мартынец Е.Р., Щербина Л.А. и др. ТРЕНДЫ И СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ВКЛЮЧАЯ ДВИГАТЕЛИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, В 2023 ГОДУ. ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023 – 204 с.;

11. Боровков А.И., Виноградова Е.Б., Арканникова М.С. и др. УНИВЕРСИТЕТ 2030: В ПОИСКАХ ОБРАЗА БУДУЩЕГО – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022 – 276 с. (ISBN: 978-5-7422-7987-7);

12. Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России. Экспертно-аналитический доклад / Д.В. Санатов [и др.]: под ред. А.И. Боровкова, В.Н. Княгинина. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – 44 с.

13. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности. Краткий доклад (сентябрь 2019 года) / А.И. Боровков, А.А. Гамзикова, К.В. Кукушкин, Ю.А. Рябов. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 62 с.

14. Вычислительная механика деформируемого твердого тела. Задачи теплопроводности и упругости: учеб. пособие / А.И. Боровков, О.В. Антонова и др. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 162 с.

15. Инженерное образование: опыт и перспективы развития в России / А.И. Рудской, А.И. Боровков, П.И. Романов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 224 с.

16. Инженерное образование: мировой опыт подготовки интеллектуальной элиты / А.И. Рудской, А.И. Боровков, П.И. Романов, К.Н. Киселева. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 216 с.

17. Стратегия развития инженерного образования в Российской Федерации на период до 2020 года. Проект / А.И. Рудской, А.А. Александров, П.С. Чубик, А.И. Боровков, П.И. Романов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 55 с.

18. Бионический дизайн / А.И. Боровков, В.М. Марусева, Ю.А. Рябов, Л.А. Щербина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 92 с.

19. Высокотехнологичный компьютерный инжиниринг: обзор рынков и технологий / Э.Р. Абдулбариева, Ю.Я. Болдырев, А.И. Боровков и др. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 110 с.

20. Современное инженерное образование: учеб. пособие / А.И. Боровков, С.Ф. Бурдаков и др. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 80 с.

21. Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие / А.И. Боровков, С.Ф. Бурдаков и др. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 93 с.

Статьи, опубликованные в 2019-2024 гг. в журналах, включенные в Белый список (52 публикации, копия из elibrary.ru):

1. DEVELOPMENT OF A FUSE DIGITAL MODEL FOR VIRTUAL TESTING OF BREAKING CAPACITY

☐ Murashov Iu., Chishko S., Obratsov N., Borovkov A., Kamaev V., Ponedelchenko M., Dolzhenkov A. Electrical Engineering (Archiv für Elektrotechnik). 2024.

2. FINITE ELEMENT ANALYSIS OF ELASTIC PROPERTIES OF METAMATERIALS BASED ON TRIPLY PERIODIC MINIMAL SURFACES

☐ Borovkov A.I., Maslov L.B., Zhmaylo M.A., Tarasenko F.D., Nezhinskaya L.S. Materials Physics and Mechanics. 2024. Т. 52. № 2. С. 11-29.

3. DEVELOPMENT OF FUNCTIONALLY GRADED STRUCTURE FOR HIP ENDOPROTHESIS STEM BASED ON LATTICE-TYPE METAMATERIAL

☐ Nezhinskaya L., Maslov L., Borovkov A., Zhmaylo M., Tarasenko F. Russian Journal of Biomechanics. 2024. Т. 28. № 3. С. 6-18.

4. РАЗРАБОТКА ГРАДИЕНТНОЙ СТРУКТУРЫ НОЖКИ ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА НА ОСНОВЕ МЕТАМАТЕРИАЛА РЕШЕТЧАТОГО ТИПА

☐ Нежинская Л.С., Маслов Л.Б., Боровков А.И., Жмайло М.А., Тарасенко Ф.Д. Российский журнал биомеханики. 2024. Т. 28. № 3. С. 11-24.

5. SYNERGISTIC INTEGRATION OF DIGITAL TWINS AND NEURAL NETWORKS FOR ADVANCING OPTIMIZATION IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY: A COMPREHENSIVE REVIEW

☐ Borovkov A.I., Vafaeva Kh.M., Vatin N.I., Ponyaeva I. Construction Materials and Products. 2024. Т. 7. № 4.

6. AMRAN ET AL. A REVIEW ON BUILDING DESIGN AS A BIOMEDICAL SYSTEM FOR PREVENTING COVID-19 PANDEMIC. BUILDINGS 2022, 12, 582

☐

	Amran M., Makul N., Fediuk R., Borovkov A., Ali M., Zeyad A.M. Buildings. 2024. Т. 14. № 9. С. 2806.	
	7. <u>ULTRASONIC INSPECTION TECHNIQUE FOR WELDED JOINTS OBTAINED BY SPOT FRICTION STIR WELDING</u> Borovkov A.I., Prokhorovich V.E., Bychenok V.A., Berkutov I.V., Alifanova I.E. Russian Journal of Nondestructive Testing. 2023. Т. 59. № 2. С. 149-160.	1
	8. <u>ТЕХНОЛОГИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКОЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ</u> Боровков А.И., Прохорович В.Е., Быченко В.А., Беркутов И.В., Алифанова И.Е. Дефектоскопия. 2023. № 2. С. 24-34.	0
	9. <u>ELASTIC PROPERTIES OF ADDITIVELY PRODUCED METAMATERIALS BASED ON LATTICE STRUCTURES</u> Borovkov A.I., Maslov L.B., Zhmaylo M.A., Tarasenko F.D., Nezhinskaya L.S. Materials Physics and Mechanics. 2023. Т. 51. № 7. С. 42-62.	3
	10 <u>FINITE ELEMENT HOMOGENIZATION AND EXPERIMENTAL EVALUATION OF ADDITIVELY MANUFACTURED LATTICE METAMATERIALS</u> Zhmaylo M., Maslov L., Borovkov A., Tarasenko F. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. 2023. Т. 45. № 6. С. 299.	8
	11 <u>ADVANCED METRIC ANALYSIS TOOL FOR JAVA SOURCE CODE</u> Burakov V.V., Borovkov A.I. Information and Control Systems. 2023. № 1 (122). С. 17-28.	6
	12 <u>ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ НА БАЗЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ</u> Боровков А.И., Незамеева О.Б., Болсуновская М.В., Елгина К.А., Гинцьяк А.М., Бурлуцкая Ж.В. Журнал исследований социальной политики. 2023. Т. 21. № 4. С. 677-692.	1
	13 <u>CALCULATION OF DURABILITY AND FATIGUE LIFE PARAMETERS OF STRUCTURAL ALLOYS USING A MULTILEVEL MODEL OF ACOUSTIC EMISSION PULSE FLOW</u> Perveitalov O.G., Nosov V.V., Borovkov A.I., Khanukhov Kh.M., Chetvertukhin N.V. Metals. 2023. Т. 13. № 1. С. 4.	8
	14 <u>MULTISCALE THERMOELASTIC MODELLING OF COMPOSITE STRANDS USING THE “FUNDAMENTAL SOLUTIONS” METHOD</u> Nemov A.S., Borovkov A.I., Schrefler B.A. Computational Mechanics. 2022.	1

	15 CFD RESEARCHES OF CENTRIFUGAL COMPRESSOR . STAGE VANE DIFFUSERS IN INTERESTS OF MATH MODELING ☐ Borovkov A., Galerkin Y., Petukhov E., Drozdov A., Yadihin V., Rekstin A., Semenovskiy V., Solovyeva O., Marenina L. <u>The International Journal of Advanced Manufacturing Technology</u>. 2022. Т. 118. № 1-2. С. 129-141. 16 МЕТОДИКА И ОПЫТ ПЕРВИЧНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ . ТРАНСЗВУКОВОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА ☐ Боровков А.И., Галеркин Ю.Б., Соловьёва О.А., Дроздов А.А., Рекстин А.Ф., Солдатова К.В., Себелев А.А. <u>Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение</u>. 2022. № 3 (142). С. 129-150. 17 ПУТИ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ В РОССИИ . ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ ☐ Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Колосова О.В. 2022. 18 УЧЁНЫЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТЕПЕНИ В РОССИИ: . ПО СПИРАЛИ РАЗВИТИЯ ☐ Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Гришина Н.С. <u>Высшее образование в России</u>. 2022. Т. 31. № 12. С. 48-66. 19 РОЛЬ СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ☐ Боровков А.И., Быченко В.А., Прохорович В.Е., Федоров А.В., Оксенюк А.С., Майоров А.Л., Беркутов И.В., Алифиренко Е.А. <u>Сварка и диагностика</u>. 2022. № 3. С. 36-42. 20 INTELLIGENT DATA ANALYSIS FOR INFECTION SPREAD . PREDICTION ☐ Borovkov A.I., Bolsunovskaya M.V., Gintciak A.M. <u>Sustainability</u>. 2022. Т. 14. № 4. 21 DETERMINATION OF BUCKLING BEHAVIOR OF WEB- STIFFENED COLD-FORMED STEEL BUILT-UP COLUMN ☐ UNDER AXIAL COMPRESSION Mohan M., Ramachandran A., Amran M., Borovkov A. <u>Materials</u>. 2022. Т. 15. № 9. 22 DIGITAL TWINS: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW . BASED ON DATA ANALYSIS AND TOPIC MODELING ☐ Kukushkin K., Ryabov Yu., Borovkov A. <u>Data</u>. 2022. Т. 7. № 12. С. 173. 23 A REVIEW ON BUILDING DESIGN AS A BIOMEDICAL . SYSTEM FOR PREVENTING COVID-19 PANDEMIC ☐ Amran M., Makul N., Fediuk R., Borovkov A., Ali M., Zeyad A.M. <u>Buildings</u>. 2022. Т. 12. № 5. 24 METHOD FOR RESIDUAL STRAIN MODELING TAKING INTO . ACCOUNT MOLD AND DISTRIBUTION OF HEAT TRANSFER ☐ COEFFICIENTS FOR THERMOSET COMPOSITE MATERIAL	3 0 1 5 2 5 5 3 4 1 4 3
--	--	---

	<u>PARTS</u> <i>Kiauka M., Kasatkin M., Tcygantceva I., Efimov-Soini N., Borovkov A.</i> <u>The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2021.</u>	
	25 <u>DEVELOPMENT OF ELASTIC-PLASTIC MODEL OF ADDITIVELY PRODUCED TITANIUM FOR PERSONALISED ENDOPROSTHETICS</u> ☐ <i>Borovkov A., Maslov L., Tarasenko F., Zhmaylo M., Maslova I., Solovev D.</i> <u>The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2021. Т. 117. № 7-8. С. 2117-2132.</u>	8
	26 <u>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ЛОПАСТИ САМОЛЕТНОГО ВИНТА НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ</u> ☐ <i>Боровков А.И., Воинов И.Б., Ибраев Д.Ф.</i> <u>Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2021. № 2. С. 3-9.</u> Верс DETERMINATION OF THE OPTIMAL AERODYNAMIC ии: SHAPE FOR A PROPELLER BLADE BASED ON <u>PARAMETRIC OPTIMIZATION</u> <i>Borovkov A.I., Voinov I.B., Ibraev D.F.</i> <u>Russian Aeronautics. 2021. Т. 64. № 2. С. 173-180.</u>	9
	27 <u>КОНЦЕПЦИЯ ФГОС ВО ЧЕТВЁРТОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОРУЧЕНИЙ ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ</u> ☐ <i>Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И.</i> <u>Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 4. С. 73-85.</u>	4 3
	28 <u>АКТУАЛЕН ЛИ ПЕРЕВОД РОССИЙСКОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА АМЕРИКАНСКУЮ СИСТЕМУ LIBERAL ARTS?</u> ☐ <i>Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И.</i> <u>Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 6. С. 47-59.</u>	1 2
	29 <i>Borovkov A.I.</i> . <u>Russian Aeronautics. 2021. Т. 64. № 2. С. 3.</u>	2
	30 <u>ПРИНЦИПЫ И СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА КОРПУСА СУДНА</u> ☐ <i>Чижинумов С.Д., Немов А.С., Бурменский А.Д., Тарануха Н.А., Боровков А.И.</i> <u>Морские интеллектуальные технологии. 2021. № 2-2 (52). С. 18-27.</u>	6
	31 <u>THE INFLUENCE OF COVID-19-INDUCED DAILY ACTIVITIES ON HEALTH PARAMETERS-A CASE STUDY IN MALAYSIA</u> ☐ <i>Ali M., Khan M.I., Memon A.M., Almahbashi N.M.Y., Khan M.A., de Azevedo A.R.G., Marvila M.T., Masood F., Shad M.K., Fediuk R., Timokhin R., Borovkov A., Haq I.U.</i> <u>Sustainability. 2021. Т. 13. № 13.</u>	3 3

	32 KEY BARRIERS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF THE HIGH-TECHNOLOGY MANUFACTURING: AN EVALUATION METHOD ☐ Borovkov A., Rozhdestvenskiy O., Pavlova E., Glazunov A., Savichev K. Sustainability. 2021. T. 13. № 20. 33 CONSUMER MOTIVATION BY USING UNIFIED THEORY OF ACCEPTANCE AND USE OF TECHNOLOGY TOWARDS ELECTRIC VEHICLES ☐ Abbasi H.A., Johl S.K., Shaari Z.B.H., Moughal W., Mazhar M., Musarat M.A., Rafiq W., Farooqi A.S., Borovkov A. Sustainability. 2021. T. 13. № 21. 34 FINITE ELEMENT ANALYSIS OF CUSTOMIZED ACETABULAR IMPLANT AND BONE AFTER PELVIC TUMOUR RESECTION THROUGHOUT THE GAIT CYCLE ☐ Maslov L., Borovkov A., Maslova I., Soloviev D., Zhmaylo M., Tarasenko F. Materials. 2021. T. 14. № 22. C. 7066. 35 ОПЫТ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ АГРЕГАТОВ. CFD-АНАЛИЗ ВХОДНОГО ТРАКТА ☐ Бабиченко И.А., Михайлов А.А., Соколов К.К., Боровков А.И., Галеркин Ю.Б., Максименко И.А., Рекстин А.Ф., Семеновский В.Б., Ядыкин В.К. Материаловедение. Энергетика. 2021. Т. 27. № 2. С. 5-22. 36 DESIGN, TESTING AND CFD CALCULATIONS OF A TURBOCOMPRESSOR FOR SUPERCHARGING A MEDIUM-SPEED INTERNAL COMBUSTION ENGINE", GLOBAL'NAYA ☐ Borovkov A.I., Voinov I.B., Galerkin Yu.B., Kaminskii R.V., Drozdov A.A., Solov'eva O.A., Soldatova K.V. Energy. 2020. № 4. С. 5. 37 К ПРОБЛЕМЕ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ☐ Антонова О.В., Болдырев Ю.Я., Боровков А.И., Войнов И.Б. Проблемы машиностроения и автоматизации. 2020. № 2. С. 18-23. 38 ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТОРСА ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАБРОНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В РАНЕВОЙ БАЛЛИСТИКЕ ☐ Денисов А.В., Степанов М.Д., Харалдин Н.А., Степанов А.В., Боровков А.И., Жуков И.Е., Куринной Е.Д., Цуриков С.Г. Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2020. № 3 (71). С. 132-139. 39 THE PROBLEM OF CONSTRUCTING OPTIMAL PROCESSABLE PROFILES OF PLAIN BEARINGS ☐ Antonova O.V., Boldyrev Y.Y., Borovkov A.I., Voinov I.B. Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2020. T. 49. № 9. С. 757-762.	2 0 2 3 2 0 3 1 0 1 1
--	--	---

	40 <u>METHODOLOGY AND EXPERIENCE OF PRIMARY DESIGN OF A TRANSONIC AXIAL COMPRESSOR</u> ☐ <i>Borovkov A.I., Galerkin Y., Solovieva O.A., Drozdov A.A., Rekstin A.F., Soldatova K.V., Sebelev A.A.</i> <i>WSEAS Transactions on Systems and Control</i>. 2020. T. 15. C. 439-452. 41 <u>CAE MODELING RUBBER-METAL BODY MOUNTING OF THE BODY-ON-FRAME CAR IN CRASH SIMULATIONS</u> ☐ <i>Tsittser V.A., Alekseev S.V., Tarasov A.V., Borovkov A.I.</i> <i>International Journal of Mechanics</i>. 2020. T. 14. C. 88-93. 42 <u>ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF ELEMENTARY GRIDS OF AXIAL COMPRESSORS BASED ON THE DATA OF FLAT GRID PURGES</u> ☐ <i>Borovkov A.I., Galerkin Y.B., Popov Y.A., Rekstin A.F., Solovyova O.A., Drozdov A.A., Marenina L.N., Chernikov V.A.</i> <i>WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics</i>. 2020. T. 15. C. 121-131. 43 <u>COMPUTATIONAL ANALYSIS OF AXIAL COMPRESSOR STAGES CHARACTERISTICS</u> ☐ <i>Borovkov A.I., Galerkin Y.B., Popov Y.A., Rekstin A.F., Solovyova O.A., Drozdov A.A., Marenina L.N., Chernikov V.A.</i> <i>WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics</i>. 2020. T. 15. C. 98-107. 44 <u>DESIGN, PLANT TEST AND CFD CALCULATION OF A TURBOCHARGER FOR A LOW-SPEED ENGINE</u> ☐ <i>Borovkov A., Galerkin Y., Voinov I., Kaminsky R., Drozdov A., Solovyeva O., Soldatova K.</i> <i>Applied Sciences (Switzerland)</i>. 2020. T. 10. № 23. C. 1-15. 45 <u>ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЕ И CFD-РАСЧЕТ ТУРБОКОМПРЕССОРА ДЛЯ НАДДУВА СРЕДНЕОБОРОТНОГО ДВС</u> ☐ <i>Боровков А.И., Воинов И.Б., Галеркин Ю.Б., Каминский Р.В., Дроздов А.А., Соловьева О.А., Солдатова К.В.</i> <i>Материаловедение. Энергетика</i>. 2020. Т. 26. № 4. С. 5-22. 46 <u>ON MULTISTAGE DEVELOPMENT OF ITER HIGH FIELD SIDE REFLECTOMETRY DIAGNOSTIC MODULE DESIGN BASED ON THERMAL STRESS NUMERICAL ASSESSMENT</u> ☐ <i>Mamchits D., Novokshenov A., Nemov A., Borovkov A., Lukyanov V., Vershkov V., Shelukhin D., Gorbunov A.</i> <i>Fusion Engineering and Design</i>. 2019. T. 138. 47 <u>ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ</u> ☐ <i>Окунев А.П., Боровков А.И., Карев А.С., Лебедев Д.О., Кубышкин В.И., Никулина С.П., Киселев А.А.</i> <i>Вестник машиностроения</i>. 2019. № 3. С. 19-25. 48 <u>РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛОРАСХОДНОЙ И СРЕДНЕРАСХОДНОЙ МОДЕЛЬНЫХ СТУПЕНЕЙ ДЛЯ</u> ☐	1 1 0 2 5 2 1 0 5
--	---	--

	<u>ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА</u> <i>Боровков А.И., Воинов И.Б., Галеркин Ю.Б., Дроздов А.А.</i> Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2019. № 9 (714). С. 77-87. 49 <u>ПУТИ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ В РОССИИ</u> <u>ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ</u> ☐ <i>Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Колосова О.В.</i> Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 2. С. 9-22. 50 <u>DEVELOPMENT OF NUMERICAL METHODS AND VIRTUAL</u> <u>TESTS FOR CYCLIC DURABILITY BY FINITE ELEMENT</u> ☐ <u>METHOD</u> <i>Papirovskiy A., Alekseev S., Tarasov A., Borovkov A.</i> Materials Physics and Mechanics. 2019. Т. 42. № 6. С. 859-869. 51 <u>DIGITAL MODELING AND TESTING OF TRACTOR</u> <u>CHARACTERISTICS</u> ☐ <i>Okunev A.P., Borovkov A.I., Karev A.S., Lebedev D.O.,</i> <i>Kubyshev V.I., Nikulina S.P., Kiselev A.A.</i> Russian Engineering Research. 2019. Т. 39. № 6. С. 453-458. 52 <u>МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК</u> <u>ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА</u> ☐ <u>ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА</u> <i>Боровков А.И., Войнов И.Б., Рекстин А.Ф., Бакаев Б.В.</i> Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2019. Т. 25. № 2. С. 87-104.	8 4 4 1 2
	НИОКР Начиная с 2007 года профессором А.И. Боровковым разработана, теоретически и методологически обоснована для применения в промышленности технология создания цифровых двойников, как передовая цифровая технология разработки высокотехнологичных изделий промышленности, в первую очередь, изделий машиностроения. Разработан, апробирован и внедрен в промышленность ключевой инструмент создания цифровых двойников – цифровая платформа по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench® (отмечена Национальной промышленной премией Российской Федерации «Индустрия»). Цифровая платформа разработки и применения цифровых двойников CML-Bench® включена в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных Приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ от 16.02.2021 г. № 84. Цифровая платформа CML-Bench® в 2024 году получила сертификат соответствия требованиям безопасности программного обеспечения Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России) по 6 уровню доверия, позволяющий обрабатывать информацию с режимами конфиденциальности «Коммерческая тайна» и «Для служебного пользования». Методологическое обоснование технологии цифровых двойников нашло свое воплощение в разработке национального стандарта ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения» (разработан под руководством проф. А.И. Боровкова специалистами СПбПУ и РФЯЦ ВНИИЭФ, утвержден Приказом руководителя Росстандарта А.П. Шалаева № 979-ст от 16.09.2021), который действует на территории Российской Федерации с 1 января 2022 года и в ноябре 2023 года после экспертизы стандарт признан в Китайской Народной	

Республике. На основе стандарта ГОСТ Р 57700.37–2021 специалистами ЦИАМ им. П.И. Баранова разработан предварительный национальный стандарт ПНСТ 928–2024 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники авиационных газотурбинных двигателей. Общие положения».

Перечень актуальных и особо значимых НИОКР, выполненных, начиная с 2015 года, или выполняемых в настоящее время под руководством проф. А.И. Боровкова на основе применения научно-технологических заделов, результатов интеллектуальной деятельности, разработанных передовых цифровых технологий проектирования и моделирования, а также с применением Цифровой платформы разработки цифровых двойников CML-Bench® выполнены следующие 47 НИОКР:

1. «Разработка элементов каркаса кузова и конструктивных элементов бронирования отечественных автомобилей «Лимузин», «Седан», «Внедорожник» и «Микроавтобус» на базе единой модульной платформы, предназначенной для перевозки и сопровождения первых лиц государства, а также других лиц, подлежащих государственной охране» (заказчик – ФГУП «НАМИ»);
2. «Создание "Умного" Цифрового Двойника и экспериментального образца малогабаритного городского электромобиля с системой ADAS 3-4 уровня» («КАМА-1») (при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», индустриальный партнер проекта – ПАО «КАМАЗ»);
3. «Снижение массы двигателя ТВ7-117СТ-01 на основе технологии «цифровой двойник», «Наполнение цифрового двойника и оптимизация по массе с учетом технологической проработки деталей и сборочных единиц двигателя ТВ7-117СТ-01» (АО «ОДК-Климов» / АО «ОДК» / ГК «Ростех»);
4. Исследовательские работы по разработке экспериментальной технологии создания цифрового двойника морского газотурбинного двигателя (заказчик – ПАО «ОДК-Сатурн» / АО «ОДК» / госкорпорации «Ростех»);
5. Оптимизация проточной части компрессора низкого давления и снижение эмиссии СО и NOx в камере сгорания (заказчик – ОКБ им. А. Люльки) / ПАО «ОДК-УМПО» / АО «ОДК» / госкорпорация «Ростех»);
6. Расчетные исследования рабочего колеса турбины ГТД (заказчик – ПАО «Кузнецов» / АО «ОДК» / госкорпорация «Ростех»);
7. Цифровой двойник авиадвигателя АИ-222-25 (заказчик – ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» / НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского»);
8. Разработка и валидация модели корпуса втулки с рукавом несущего винта для моделирования в различных режимах полета и стендовых испытаний (заказчик – ООО «ВР

	технологии» / АО «Вертолеты России»/ госкорпорация «Ростех»); 9. Расчет условий и режимов полета легкого вертолѐта VRT500» (заказчик – ООО «ВР технологии»/ АО «Вертолеты России»/ госкорпорация «Ростех»); 10.Разработка, изготовление и испытания элементов зализа крыла с фюзеляжем из полимерных композиционных материалов для самолѐта Ил-112В № 0101 (заказчик – ПАО «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина» / ПАО «ОАК» / госкорпорация «Ростех»). 11.Оптимизация акустических характеристик напорного участка КПС» (заказчик – Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит» им. академика Н. Н. Исанина (АО «СПМБМ «Малахит»)) / АО «Объединѐнная судостроительная корпорация» (ОСК); 12. Оптимизация работы механического контактного взрывателя для перспективного ОФС калибра 57мм» (заказчик – АО НПО «Курганприбор»); 13.Разработка цифровой модели парашютной системы и проведение многовариантных оптимизационных расчетов конструкции» (заказчик – АО НПО «Курганприбор»); 14.Построение цифровой модели корпуса заряда специального и общего назначения с целью определения ключевых тактико-технических характеристик его сгорающих конструкционных элементов (заказчик – Федеральное казенное предприятие «Тамбовский пороховой завод»); 15. Расчетное сопровождение оптимизации конструкции предохранительно-исполнительного механизма вертикальной конструкции разворота ротора в части повышения надежности функционирования (в интересах АО «ВПО «Точмаш» / АО «ТВЭЛ» / госкорпорации «Росатом»); 16.Оптимизация параметров блока оптико-механического (заказчик – АО «КБП им. академика А.Г. Шипунова» / ОАО НПО «Высокоточные комплексы» / госкорпорация «Ростех»). 17. Анализ влияния прокатывания ЛАК на ресурсную прочность каната, воздействия газовой струи ЛАК на приемный трос, уточнение допустимых и предельных линейных и угловых отклонений при посадке ЛАК для изделий «С2Н» и «С23Н.5» на основе исследования отдельных их ресурсных показателей» (заказчик – ЗАО «ЦНИИ судового машиностроения»); 18. Восстановление технической готовности по результатам дефектации изделий "Светлана-2Н", суд. №1, 2, 3 и "Светлана 23Н.5" суд. №4 с продлением срока службы на 5 лет». (заказчик – ЗАО «ЦНИИ судового машиностроения»); 19.Разработка математической и конечно-элементной модели ДУН-1 и ДУН-2. Выполнение прочностного расчета ДУН-1 и ДУН-2 на базе расчетной модели в момент разгона при помощи челнока ЭМРТУ. Выполнение прочностного расчета ДУН-1 и ДУН-2 на базе расчетной модели при взаимодействии троса БАФ с конструкцией ДУН-1 и ДУН-2. На основе анализа напряженно-деформированного состояния модели ДУН-1 и
--	---

	ДУН-2 подготовка рекомендаций по усилению деталей конструкции ДУН-1 и ДУН-2» (заказчик – АО «ВНИИ Трансмаш» / АО «НПК «Уралвагонзавод» им. Ф. Э. Дзержинского (Уралвагонзавод) / госкорпорации «Ростех»); 20. Разработка математической и конечно-элементной модели ДУН-И в состав которой входят 4 различных по конструкции и массогабаритным характеристикам дистанционных управляемых нагрузжателей (ДУН-1, ДУН-2, ДУН-2 и ДУН-4). Выполнение прочностного расчета ДУН-И для испытаний на ЭМРТУ и аэрофинишере. Разработка рекомендаций по облегчению и усилению деталей конструкции ДУН (заказчик – АО «ВНИИ Трансмаш» / АО «НПК «Уралвагонзавод» им. Ф. Э. Дзержинского / госкорпорации «Ростех»); 21. Проведение расчета прочностных характеристик корпуса – составной части изделия 94331МК-2. Разработка КЭ модели конструкции корпуса Изделия. Проведение виртуальных испытаний и оценка статической прочности корпуса Изделия для расчетных случаев. Разработка рекомендаций по усилению Корпуса Изделия (заказчик – Ижевский электромеханический завод «Купол» / Концерн ВКО «Алмаз – Антей»); 22. Исследование процессов разрушения материалов обуви и биоматериалов опорно-двигательного аппарата человека для обоснования путей создания защитной обуви сапера (заказчик – НПК «СпецПроект»); 23. Разработка архитектуры высокоадекватной мультифизической цифровой модели и цифрового двойника печи остекловывания высокоактивных радиоактивных отходов по заказу ПО «Маяк» (ГК «Росатом»); 24. Создание цифрового двойника ТВС ВВЭР-1000 с антидебризным фильтром и перемешивающими решетками (заказчик – АО «ТВЭЛ»/ГК РОСАТОМ); 25. Определение оптимальной конструкции изделия «Вибросито», предназначенного для очистки бурового раствора от частиц выбуренной породы при бурении нефтяных и газовых скважин, на основе моделирования несущих элементов каркаса изделия с точки зрения обеспечения технических характеристик и ресурсной надежности (заказчик – ООО «НПО «Центротех» / АО «ТВЭЛ» /ГК РОСАТОМ); 26. Центрифуга декантирующая на основе инструментов цифрового инжиниринга (заказчик – ООО «НПО «Центротех» / АО «ТВЭЛ»/ ГК РОСАТОМ); 27. Разработка цифрового двойника пакера (заказчик – ООО «НПО «Центротех» / АО «ТВЭЛ»); 28. Разработка цифрового двойника компрессора РСК (заказчик – ООО «Центротех-Инжиниринг» / АО «ТВЭЛ»); 29. Разработка виртуальных испытательных стендов и виртуальных испытательных полигонов для компьютерного моделирования механических свойств металлопластиковых узлов с учётом технологии их изготовления, свойств пластика и
--	---

	адгезии пластика с металлом (заказчик – ООО «Центротех-Инжиниринг» / АО «ТВЭЛ»); 30. Разработка виртуальных испытательных стендов и виртуальных испытательных полигонов для компьютерного моделирования ресурсной и циклической надежности. Моделирование композиционных материалов с учетом технологии изготовления (заказчик – ООО «Центротех-Инжиниринг» / АО «ТВЭЛ»); 31. Разработка цифрового двойника начальной стадии ядерного цикла в части ТВС-К РWR и ТВС ВВЭР (заказчик – АО «ТВЭЛ»); 32. Создание опытного образца компрессора для разделительного производства с применением цифрового моделирования (заказчик – ООО «НПО «Центротех» / АО «ТВЭЛ»); 33. Программно-аппаратный комплекс для создаваемого центра цифрового инжиниринга Центротех-инжиниринг (разработка, поставка, пуско-наладка) (заказчик – ООО «Центротех-Инжиниринг» / АО «ТВЭЛ»); 34. Разработка компонентов системы управления данными и процессами расчётных и экспериментальных научных исследований (заказчики – «УРАНИЯ», ФГБ УН Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, ИБРАЭ РАН / ГК РОСАТОМ); 35. Развёртывание и оказание консультаций по работе с программной платформой для реализации макета системы управления данными и процессами расчётных и экспериментальных научных исследований (заказчики – «УРАНИЯ», ИБРАЭ РАН); 36. Лицензионный договор на поставку программного продукта – цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench (заказчик – ИБРАЭ РАН); 37. Расчет тепловых деформаций корпуса редуктора (заказчик – ПАО «КАДВИ»); 38. Разработка и внедрение конструкторско-технологических мероприятий по повышению циклической долговечности рессор автомобиля КАМАЗ (заказчик – ПАО «КАМАЗ»); 39. Разработка на основе технологий цифровых двойников и искусственного интеллекта, а также применение цифровой модели технической системы с элементами из нового конструкционного материала МОНИКА, работающей в условиях трения скольжения и механической усталости (заказчик – Санкт-Петербургский Научный фонд); 40. Разработка обтекателя мотопаралета для Ф.Ф. Конюхова под заданные характеристики (заказчик – ООО «Международный центр путешествий Фёдора Конюхова»); 41. Разработка оптимизированной конструкции воздушной турбины ТНСУМ (заказчик – АО НИИ «МОРТЕПЛОТЕХНИКИ»); 42. Разработка цифрового двойника печи остекловывания (заказчик – ПО ФГУП «МАЯК»);
--	---

	43. Разработка рекомендаций и предложений к эскизному проекту артиллерийского модуля (заказчик – АО «Концерн Калашников»); 44. Анализ и разработка рекомендаций по реализации ГТД на базе газогенератора РУ19А-300 (заказчик – ООО СКБ «АРД»); 45. Создание технологии обеспечения безопасной эксплуатации композитных и гибридных конструкций БВС по условиям статической прочности с учетом ударных воздействий в рамках НИОКР «Разработка технологии обеспечения безопасной эксплуатации композитных и гибридных конструкций БВС по условиям прочности с учетом операционных рисков в зонах полета» (заказчик – ФАУ «ЦАГИ»); 46. Разработка демонстратора программного комплекса автоматизированного проектирования и расчета электрических винтомоторных групп БВС (заказчик – ФОНД НТИ); 47. Разработка технического проекта и апробация интеграции программного комплекса АСТРА и цифровой платформы CML-Bench® в обеспечение разработки методов глобальной численно-аналитической оптимизации микротурбин (заказчик – ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева») и др.
Трудовая деятельность*	Трудовая деятельность: С 2006 по настоящее время – профессор кафедры / Высшей школы механики и процессов управления / Высшей школы передовых цифровых технологий СПбПУ; С 2011 по 2021 – проректор по перспективным проектам СПбПУ; С 2021 по настоящее время – проректор по цифровой трансформации СПбПУ.
Достижения*	Под руководством проф. А.И. Боровкова успешно выполнены десятки НИОКР по заказу и в интересах ведущих высокотехнологичных, промышленных, инновационных компаний и организаций, институтов развития, государственных структур: – Минобрнауки России, Минпромторга России, Минцифры России, Минтранса России, Минэнерго России, Минздрава России и других министерств; – российских корпораций и компаний: «Ростех» (Объединенная авиастроительная корпорация, ОАК, Объединенная двигателестроительная корпорация, ОДК), «Росатом» (ТВЭЛ, Центротех-Инжиниринг, ЦКБ машиностроения), «Роскосмос» (Объединенная ракетно-космическая корпорация, ОРКК), «Газпром», «Газпром нефть», «Сибур», РЖД, Объединенная судостроительная корпорация, ОСК (Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит» им. академика Н. Н. Исанина, Центральное конструкторское бюро морской техники «Рубин»), НИЦ им. проф. Н.Е. Жуковского (ЦИАМ, ЦАГИ), СЗРЦ Концерн ВКО «Алмаз – Антей», КБ специального

	машиностроения Трансмашхолдинг, Силовые машины, Крыловский государственный научный центр, ЦНИИ судового машиностроения, ЦНИИ «Электроприбор, НАМИ, УАЗ, КАМАЗ, АВТОВАЗ и многих других; – зарубежных компаний: ABB, Airbus, BMW Group (BMW, MINI, Rolls-Royce), Boeing, Daimler (Mercedes-Benz Cars, Daimler Trucks), General Electric, General Motors (Cadillac, Opel, Hummer), Tesla, LG Electronics, Schlumberger, Volkswagen Group (Audi, Bugatti, Porsche), COMAC, CATARC, China Nuclear Power Corporation, Chery, Liebao Motor, Zhiche Auto, Qiantu Motor, BAIC Corporation и многих других.
Награды*	– Медаль ордена «За заслуги перед отечеством II степени» за большие заслуги в научно-педагогической деятельности, подготовке квалифицированных специалистов и многолетнюю добросовестную работу (Указ № 654 Президента России от 21.09.2022); – Стипендия «для ученых, конструкторов, технологов и других инженерно-технических работников (без ограничения по возрасту) организаций-исполнителей государственного оборонного заказа» – за выдающиеся достижения в создании прорывных технологий и разработке современных образцов вооружения, военной и специальной техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства (Распоряжение Президента Российской Федерации от 29.11.2022 № 391-рпс). – Почетное звание «Почетный работник сферы образования Российской Федерации» – за значительные заслуги в сфере образования и многолетний добросовестный труд (Приказ Минобрнауки России от 07.12.2017 № 658/к-н); – Премия Правительства Санкт-Петербурга им. А.Н. Крылова за выдающиеся научные результаты в области науки и техники, за «разработку и успешное внедрение на предприятиях России технологии создания цифровых двойников высокотехнологичных изделий промышленности» (Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 20.05.2022 № 434); – Премия Правительства Санкт-Петербурга «За выдающиеся достижения в области высшего профессионального образования» – цикл работ «Подготовка конкурентоспособных специалистов нового поколения, обладающих компетенциями мирового уровня» в научной области «Механика, машиностроение, вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» – в номинации «Научные достижения, способствующие повышению качества подготовки специалистов и кадров высшей квалификации» (2008 г.); – Премия Правительства Санкт-Петербурга «В области интеграции образования, науки и промышленности» за «Создание и развитие первого в России Института передовых производственных технологий» в составе коллектива авторов (Распоряжение Комитета по науке и высшей школе №59 от 8 мая 2019 года);

	– II Национальной премии за вклад в развитие цифровизации городского хозяйства «Умный город» – за личный вклад в развитие науки для цифровой трансформации городского хозяйства (в номинации «Наука») (апрель 2024 года); – Знак отличия «За заслуги перед Санкт-Петербургом» «за многолетний труд и высокие достижения в государственной, научной, творческой, производственной и иной деятельности на благо Санкт-Петербурга» – за осуществление деятельности, способствующей социально-экономическому, научно-техническому и культурному развитию Санкт-Петербурга, повышению уровня жизни его жителей» (28.05.2020); – Медаль имени Кондратюка Ю. В. Федерации космонавтики России; – Медаль Министерства транспорта Российской Федерации «За взаимодействие» (27.02.2024); – Медаль Госкорпорации по атомной энергии «Росатом» «75 лет атомной отрасли России» – за многолетний добросовестный труд, высокий профессионализм, активное участие в реализации задач госкорпорации «Росатом» и в связи с 75-летием атомной отрасли (приказ № 1/413-лс от 25.09.2020); – Почетное звание «Заслуженный работник связи и цифрового развития Санкт-Петербурга» (07.05.2024); – Нагрудный знак «За цифровизацию Алании» за активное участие в цифровизации Республики Северная Осетия-Алания (приказ №19/1 от 01.07.2019); – Благодарность Первого заместителя Председателя Правительства России А.Р. Белоусова – за существенный вклад в развитие отечественного технологического бизнеса (декабрь 2020 года); – Благодарность Главы Республики Коми «За оказание организационно-методического и научного сопровождения по профилактике и борьбе с коронавирусной инфекцией (COVID-19)» (27.05.2021); – Почетная грамота Комитета по информатизации и связи Правительства Санкт-Петербурга (Распоряжение 359-р от 29.12.2023); – XI независимая бизнес-премия «Шеф года», реализуемая федеральной группой деловых проектов Chief Time и журналом «Человек Дела» (2017); – Премия РБК Петербург 2017 в номинации «Инноватор».
--	---

Резюме кандидата на должность ответственного за реализацию ключевых научно-технологических направлений («главного конструктора»)

Наименование образовательной организации высшего образования:
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
 Ключевое научно-технологическое направление (КНТН-2) – «Материалы, технологии, производство»

	Основная информация – Попович Анатолий Анатольевич – директор Института машиностроения, материалов и транспорта Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого – доктор технических наук, профессор – Дальневосточный политехнический институт им. В.В. Куйбышева, 1976, инженер-металлург – 48 лет – +7-921-961-40-05, popovich_aa@spbstu.ru
Научная деятельность*	Область научной деятельности: Новые материалы и передовые производственные технологии, аддитивные технологии, порошковая металлургия, материаловедение
	Автор более 500 научных работ, в том числе 14 монографий, 114 патентов, 26 учебных пособий. Индекс Хирша: Scopus - 29, РИНЦ – 31, WoS - 24. Число цитирований из публикаций: по Scopus – 3 869, WoS – 2 680, по РИНЦ – 5 081.
	Перечень НИОКР: 1. Разработка и материаловедческое обоснование создания материалов и изделий на основе сплавов с памятью формы с управляемой структурой и пьезоэлектрической керамики с применением аддитивных 4D-технологий. Срок реализации: 2020 - 2022 год. Заказчик: ГК «Росатом» 2. Проведение исследований по выбору системы легирования в части высокоэнтропийных сплавов, изготовление образцов порошковых материалов в части синтеза порошка и отработка режимов построения макетного образца для применения в элементах конструкции ЯЭДУ. Срок реализации: 2021 - 2025 год. Заказчик: АО «Композит» 3. Разработка технологии создания материалов и изделий из непрерывно армированного полимерного композиционного материала на основе углепластика с эффектом памяти формы с применением аддитивных технологий. Этап 2022 года. Срок реализации: 2022 год. Заказчик: ГК «Росатом». 4. Разработка технологий и аддитивного оборудования прямого выращивания заготовок элементов внеядерного острова и пространственных

	изделий с применением проволоочных материалов. Срок реализации: 2021 - 2024 год. Заказчик: ГК «Росатом» 5. Разработка конструкции и технологии изготовления с применением аддитивных технологий критических деталей горячего тракта ГТУ Т32 (MS5002E). Срок реализации: 2023 - 2025 год. Заказчик: ПАО «Газпром 6. Разработка новых функциональных материалов, интеллектуальных конструкций и технологий их создания методами аддитивного производства на основе современных подходов моделирования и прогнозирования свойств. Срок реализации: 2023 - 2026 год. Заказчик: Российский научный фонд
Трудовая деятельность*	03.2013 - 09.2019 - Директор института металлургии, машиностроения и транспорта ФГАОУ ВО «СПбПУ», г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
	09.2019 - по настоящее время - Директор Института машиностроения, материалов и транспорта ФГАОУ ВО «СПбПУ», г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
Достижения*	В 2013 году под руководством профессора Поповича А.А. в СПбПУ был организован центр «Аддитивных технологий» - один из крупнейших в России и Европе, благодаря которому за короткий промежуток времени СПбПУ смог стать одним из лидеров в области аддитивного производства в России. В рамках деятельности организованного центра под руководством и непосредственном участии Поповича А.А. решен ряд фундаментальных и прикладных проблем.
	В 2014 году по заказу ОАО «Климов» в ФГАОУ ВО «СПбПУ» впервые в РФ с использованием аддитивных технологий из порошков титановых сплавов были изготовлены опытные образцы опор перспективного вертолетного двигателя. Полученные результаты применены при разработке вертолетных двигателей ГТД-1500В и ГТД-500В. В том же году в рамках выполнения проекта с ФГУП ВИАМ в ФГАОУ ВО «СПбПУ» впервые в РФ с использованием аддитивных технологий из порошков никелевых суперсплавов изготовили опытные образцы турбинной лопатки и завихрителя воздушного потока. Разработанные технологии и изделия использованы при создании первого турбовентиляторного двигателя для гражданской авиации, созданного в современной России, ПД-14.
	В 2015 году ФГАОУ ВО «СПбПУ» совместно с НИИ травматологии и ортопедии им. Вредена впервые в РФ с использованием аддитивных технологий изготовили эндопротез тазобедренного сустава индивидуальной конструкции из порошков титанового сплава. На основе данных компьютерной томографии таза пациента была

	сформирована 3D-модель костей, точно совпадающая по размерам и форме с костями таза пациента. По подготовленным данным на установке селективного лазерного плавления из отечественного титанового порошка было проведено изготовление трехфланговой индивидуальной ацетабулярной системы. В конце 2015 г. в НИИ травматологии и ортопедии им. Вредена выполнена успешная операция по её установке пациенту. Это был первый в России проект по внедрению аддитивных технологий в производство высокотехнологичных изделий для медицины. Разработка отмечена серебряной медалью XI Международной ярмарки инноваций (26–29 ноября 2015 г., Сеул, Корея), организатором которой является Корейская ассоциация продвижения изобретений (KIPA – Korea Invention Promotion Association), и специальным призом от Тайваньской ассоциации изобретателей за «Инновационное изобретение, позволяющее улучшить качество семейной жизни».
	В 2016 году в рамках взаимодействия с ракетно-космической отраслью СПбПУ провел исследования по разработке технологии изготовления внутренней оболочки камеры сгорания перспективного жидкостного ракетного двигателя из жаропрочного медного сплава. Конструкция представляет собой сложнопрофильное изделие со множеством внутренних каналов сложной геометрии. В течение нескольких дней по технологии селективного лазерного плавления было получено конечное изделие в соответствии с компьютерной моделью, в то время как на изготовление аналогичного изделия традиционными методами уходят 9-10 месяцев. В настоящее время разработанная технология внедрена в производственный процесс на предприятиях Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос». В том же году в ФГАОУ ВО «СПбПУ» организовано конструкторское бюро, ориентированное на станкоинструментальное машиностроение. За два года в рамках локализации производства металлообрабатывающих станков в РФ произведен реинжиниринг ряда высокотехнологичных узлов станков с ЧПУ (выпущены полные комплекты конструкторско-технологической документации на шпиндели, расточные головки, суппорты, револьверные головки, инструментальные магазины, поворотные столы). Разработан, изготовлен и успешно испытан экспериментальный гибридный автоматизированный станочный комплекс с аддитивным модулем (3D-принтер). Общая стоимость работ за два года по перечисленным проектам составляет более 65 млн руб. (внебюджетные средства – контракты). Основными

	стратегическими партнерами и заказчиками конструкторского бюро являются ФГУП «Производственное Объединение «Маяк», ФГУП «Приборостроительный Завод», АО «Балтийская Промышленная Компания», Станкозавод «САСТА», ООО «Стелла», ООО «Сименс». В ходе реализации проекта предполагается выполнение работ по заказам ООО «Вириал», ОАО «Свердловский инструментальный завод», АО «Кировоградский завод твердых сплавов», АО «Уральский электрохимический комбинат» и ВИАМ.
	В 2019 году впервые в РФ предложены и реализованы инновационные технологии аддитивного производства с использованием проволоки, в основе которых лежат электродуговые и плазменные сварочные технологии. Благодаря перспективным особенностям данного метода, по заказу ГК «Росатом» в 2021-2023 г. в СПбПУ сконструированы и построены опытные образцы установок аддитивного электродугового выращивания (АЭВ) и аддитивного плазменного выращивания (АПВ). В 2024 г. опытные образцы установок вместе с конструкторской документацией будут переданы в ГК «Росатом». Организация производства установок и внедрение их в технологический процесс позволит ускорить и удешевить производство крупногабаритных сложнопрофильных изделий.
	В 2022 году впервые в мире с использованием прямого лазерного выращивания изготовлено три опытно-экспериментальных образца сепарационного модуля (СМ) центробежного типа для энергетических установок серийных атомных ледоколов и плавучих энергетических блоков. Полученные опытно-экспериментальные изделия прошли стендовые сепарационные испытания на территории Заказчика с положительным результатом. В настоящее время разрабатывается технологическая документация для организации серийного производства.
	В 2022 году разработана технология восстановления рабочих поверхностей опорных шеек, упорного диска и масляных уплотнений ротора осевого компрессора турбины высокого давления газоперекачивающего агрегата типа ГТК-10-4. Совместно АО "НПФ "НЕВТУРБОТЕСТ" для нужд ПАО «Газпром» восстановлено 8 роторов осевого компрессора турбины высокого давления газоперекачивающего агрегата типа ГТК-10-4. Заказ на 2023 г. – 14 шт. Также с 2022 г. на территории СПбПУ методом лазерной газопорошковой наплавки осуществляется ремонт сопловых аппаратов ГТД ТВ 3-137. Восстановленные сопловые аппараты эксплуатируются в странах Азии и Африки в составе

	газотурбинных приводов буровых станций и газоперекачивающих электростанций. В 2024 году впервые в РФ методом селективного лазерного плавления изготовлены сопловые аппараты 1-ой и 2-ой ступеней газотурбинного двигателя «Ладога». Применение аддитивных технологий позволило снизить себестоимость производства, повысить качество изготовления комплектующих горячего тракта приводных газотурбинных двигателей газоперекачивающих агрегатов (ГПА). Положительный экономический эффект достигается за счет снижения стоимости узлов и деталей из состава ГПА, изготовленных с использованием аддитивных технологий на производственных мощностях РФ, по сравнению с иностранными аналогами. Идет организация серийного производства для нужд ПАО «Газпром». В 2019 году на базе центра «Аддитивных технологий» создан научно-образовательный центр «Конструкционные и функциональные материалы» (НОЦ «КиФМ»), сотрудники которого занимаются не только выполнением НИР/НИОКР, но и подготовкой кадров высшей квалификации. В процессе обучения по программам подготовки не менее 75% студентов трудоустраиваются в НОЦ «КиФМ» и принимают участие в реализации проектов. Благодаря вложениям в производственную инфраструктуру (более 700 млн руб. с 2018 года) удалось расширить возможности центра от разработки новых материалов и технологий до организации малотоннажного наукоемкого производства. В настоящее время центр располагает большим парком производственного оборудования, не имеющего аналогов в РФ. Патент RU 2 821 638 C1: «Способ аддитивного формирования изделия с комбинированной структурой из жаропрочного никелевого сплава с высокотемпературным подогревом» был представлен Роспатентом в 2024 г. в числе 10 важнейших изобретений. Эти инновации демонстрируют вклад российской науки в технологическое лидерство и развитие интеллектуального потенциала страны. Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к получению изделий из никелевых сплавов с управляемым переменным размером, формой и кристаллографической ориентацией зёрен методами аддитивных технологий.
--	---

Награды*	2024 г. - Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники за 2024 г. 2024 г. - награжден орденом Дружбы 2020 г. - Лауреат премии имени Д. К. Чернова в области материаловедения 2015 г. - Лауреат премии правительства Санкт-Петербурга по номинации «В области интеграции образования, науки и промышленности»
----------	---

Резюме кандидата на должность ответственного за реализацию ключевых научно-технологических направлений («главного конструктора»)

Наименование образовательной организации высшего образования:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Научно-технологическое направление (стратегический проект): КНТН-3 «ИИ для решения кросс-отраслевых задач»

	Основная информация - Фомин Юрий Владимирович - Проректор по научной работе, ФГАОУ ВО «СПбПУ» - к.ф.-м.н. - МФТИ, 2011, <i>Магистр прикладной физики и математики</i> - 14 лет - 8(812)552 06 86, fomin_yuv@spbstu.ru
Трудовая деятельность*	2023-2025 Проректор по научной работе СПбПУ, ФГАОУ ВО «СПбПУ»
	2021-2023 Заместитель Губернатор Мурманской области, Правительство Мурманской области
	2019-2021 Советник Губернатора Мурманской области, Правительство Мурманской области
	2018-2021 Заместитель заведующего кафедрой МФТИ, МФТИ
	2011-2021 Старший научный сотрудник, Институт океанологии им.П.П. Ширшова РАН