

# УТВЕРЖДЕНА

Томский политехнический университет

исполняющий обязанности ректора

\_\_\_\_\_ / Л.Г.Сухих /  
(подпись) (расшифровка)



**Программа развития передовой инженерной школы**  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет»  
**на 2022 - 2030 годы**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **1. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ УНИВЕРСИТЕТА. ЦЕЛЕВАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

1.1. Целевая модель университета и ее ключевые характеристики

1.2. Академическое признание и потенциал университета

1.3. Научный, образовательный и инфраструктурный задел университета по планируемым направлениям деятельности передовой инженерной школы

1.3.1. Наличие опыта проведения исследований по направлениям передовой инженерной школы. Опыт участия университета в государственных программах

1.3.2. Инновационный задел по направлениям деятельности передовой инженерной школы

1.3.3. Научная инфраструктура по направлениям передовой инженерной школы

1.3.4. Наличие опыта реализации образовательных программ по направлениям деятельности передовой инженерной школы

### **2. ОПИСАНИЕ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ**

2.1. Ключевые характеристики передовой инженерной школы

2.2. Цель и задачи создания передовой инженерной школы

2.2.1. Роль передовой инженерной школы в достижении целевой модели университета

2.2.2. Участие передовой инженерной школы в решении задач, соответствующих мировому уровню актуальности и значимости в приоритетных областях технологического развития Российской Федерации

2.3. Ожидаемые результаты реализации

### **3. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ**

3.1. О руководителе передовой инженерной школы

3.2. Система управления

3.3. Организационная структура

3.4. Финансовая модель

### **4. ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНИРУЕМОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ**

#### 4.1. Научно-исследовательская деятельность

4.1.1. Программа научных исследований и разработок (Сведения о планируемых научных исследованиях и разработках)

#### 4.2. Деятельность в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности

#### 4.3. Образовательная деятельность

4.3.1. Перечень планируемых к разработке и внедрению новых образовательных программ высшего образования и дополнительного профессионального образования для опережающей подготовки инженерных кадров

4.3.2. Организация прохождения студентами, осваивающими программы магистратуры ("технологическая магистратура"), практик и (или) стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками, за счет предоставленных грантов

4.3.3. Принципы отбора кандидатов на обучение в передовой инженерной школы

4.3.4. Трудоустройство выпускников передовой инженерной школы

4.3.5. Участие школьников в деятельности передовой инженерной школы в целях ранней профессиональной ориентации

#### 4.4. Кадровая политика

4.4.1. Информация о проведении повышения квалификации и (или) профессиональной переподготовки, в том числе в форме стажировки на базе высокотехнологичных компаний, управленческих команд и профессорско-преподавательского состава передовых инженерных школ и образовательных организаций высшего образования, реализующих образовательные программы инженерного профиля по специальностям и направлениям подготовки высшего образования для подготовки инженерных кадров

#### 4.5. Инфраструктурная политика

4.5.1. Информация о создаваемых на базе передовой инженерной школы специальных образовательных пространств (научно-технологические и экспериментальные лаборатории, опытные производства, оснащенные современным высокотехнологичным оборудованием, высокопроизводительными вычислительными

системами и специализированным прикладным программным обеспечением, цифровые, "умные", виртуальные (кибер-физические) фабрики, интерактивные комплексы опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий)

## **5. КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И КООПЕРАЦИИ**

5.1. Взаимодействие передовой инженерной школы с высокотехнологической(ими) компанией(ями) и образовательными организациями высшего образования (технические вузы) для реализации в сетевом формате новых программ опережающей подготовки инженерных кадров, научно-исследовательской деятельности (включая оценку стратегии развития партнерства, деятельности управляющих органов, реализации образовательных программ и научных проектов)

5.2. Структура ключевых партнерств

# **1. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ УНИВЕРСИТЕТА. ЦЕЛЕВАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

## **1.1. Целевая модель университета и ее ключевые характеристики**

**Стратегическая цель ТПУ** – стать глобально признанным мультимодельным центром формирования, практики и трансляции перспективных моделей образования, науки и инноваций с целью трансформации научно-технологического и образовательного ландшафта страны.

**ТПУ**, развивая исторические традиции инженерного образования, перейдет к мультимодельной системе, включающей создание, применение, трансляцию образовательных моделей в областях инженерии, исследований, технологического предпринимательства и организационно-управленческой деятельности, и сформирует Национальный центр развития высшего инженерного образования.

**ТПУ**, на основе междисциплинарной научно-образовательной интеграции и кооперации с ключевыми партнерами, будет отвечать на большие вызовы в областях энергетики, экологии и здоровья для улучшения качества жизни и создания безопасной среды обитания через проведение фронтальных исследований в коллаборациях национального и глобального уровня; осуществлять разработку и внедрение новых моделей научно-образовательной деятельности, активно вовлекающих обучающихся в передовые исследования и разработки; изменение моделей взаимодействия с бизнес-партнерами, позволяющих увеличить эффективность кооперации и ускорить прохождение уровней готовности востребованных технологий, в том числе на базе онтологий различных отраслей промышленности; обеспечивать формирование среды технологического предпринимательства и становление в качестве ведущей дискуссионной площадки (клуба) для обсуждения национальных приоритетов и стратегии инновационного развития страны, эффективности и результативности мер социально-экономической политики.

**ТПУ**, на основе современных организационно-управленческих и цифровых технологий будет создавать, применять и транслировать модели организации и оптимизации внутренних бизнес-процессов, а также систем управления и обеспечения образовательной, научной, инновационной и финансово-хозяйственной деятельности на базе комплексных решений для сбора, анализа и

распространения данных с целью повышения скорости и эффективности взаимодействия университетов с партнерами.

К 2030 году **ТПУ** увеличит количество очных студентов до 13500 человек, бюджет организации до 10,6 млрд руб., объем привлекаемых средств за счет НИОКР – до 4 млрд руб. в год с выработкой 3 млн руб. на 1 НПР. ТПУ станет ключевым участником глобальных исследовательских сетей.

## **1.2. Академическое признание и потенциал университета**

Томский политехнический университет (ТПУ) учрежден в 1896 г. как технологический институт практических инженеров с целью индустриального развития Урала, Сибири, Средней Азии и Дальнего Востока. Свыше 170 000 выпускников ТПУ составили основу инженерного корпуса промышленных предприятий России.

Модель университета, ориентированная на глобальное исследовательское лидерство, сформировалась к 2009 г. и ознаменовалась присвоением категории «Национальный исследовательский университет». Смена модели коррелировала с активным вхождением в мировое научно-образовательное пространство. В 2013 г. ТПУ становится участником Программы повышения конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров. Модель развития фокусируется на системной интеграции исследовательской, инженерной и предпринимательской деятельности.

Образовательным трендом стал переход к университету магистерско-аспирантского типа с повышением доли магистрантов и аспирантов в структуре контингента обучающихся с 21% (2013 г.) до 36,9 % (2021 г.). В формате общеуниверситетского ядра бакалавриата внедрена программа базовой инженерной подготовки. Курсами по технологическому предпринимательству охвачены 100% обучающихся, 150 студентов защитили ВКР в форме стартапов, начиная с 2018 г. Внедрена единая система управления обучением LMS Moodle, на базе которой разработано более 1900 онлайн-курсов. Сегодня в ТПУ обучаются более 9 800 очных студентов и аспирантов по 84 направлениям подготовки. По отдельным направлениям число заявок от работодателей в 7–8 раз превышает количество выпускников. В рейтинге 100 лучших университетов России по версии Forbes ТПУ занимает седьмое место.

Инсталляция модели исследовательского университета стимулировала переход в глобальные исследовательские сети с возможностью участия в реализации проектов федерального и мирового масштаба. ТПУ принимает участие в работе крупнейших коллабораций ЦЕРНа, выполняет работы по проекту «Прорыв» Госкорпорации «Росатом», принимает участие в строительстве термоядерного реактора ИТЭР, а также реализует совместные проекты с ТНИМЦ РАН по ядерной медицине. Мировой уровень исследований обеспечивается наличием уникальных научных установок, в числе которых исследовательский ядерный реактор и Центр промышленной томографии. Приборная база насчитывает более 1,5 тыс. единиц современного оборудования на сумму 1,2 млрд руб. Ежегодно исследователи ТПУ публикуют более 800 статей Q1/Q2, из них 70 % в международном соавторстве.

ТПУ представлен в мировых институциональных рейтингах: QS (395-е место) и THE (801–1000-е место), в 16 отраслевых и предметных рейтингах.

В рамках трансформации системы управления ТПУ перешел на бескафедральную структуру с созданием 6 инженерных, 2 исследовательских школ, Школы инженерного предпринимательства и Школы базовой инженерной подготовки, что обеспечило ускорение процессов формирования кросс-дисциплинарных команд и возможность фокусировки сотрудников на преподавательской или исследовательской деятельности. Внедрены интерактивные цифровые инструменты сервиса, аналитики и принятия управленческих решений.

К основным результатам Проекта «5-100» следует отнести: интеграцию в мировое научно-образовательное пространство, активное вхождение в мировые предметные рейтинги, увеличение доли зарубежных ученых с 0,9 до 9,9 % (2020 г.), специализацию и концентрацию структурных подразделений на фронтальных научных направлениях, кратное увеличение числа магистрантов и аспирантов, рост числа высокорейтинговых публикаций в 7 раз, достижение доли доходов из внебюджетных источников на уровне 40 % в структуре консолидированного бюджета объемом 5,59 млрд руб. В рамках программы апробированы различные модели образовательного процесса, сформированы научные заделы и материальная база в областях перспективной энергетики и высокотехнологичного здравоохранения, цифровых производственных технологий.

ТПУ сегодня – лучший нестоличный технический университет страны, участник программы «Приоритет 2030» по треку «Исследовательское лидерство»,

конкурентоспособный на мировом уровне и включенный в российскую и глобальную образовательную, исследовательскую и технологические повестки. На огромной части территории России ТПУ является технологическим форпостом, центром привлечения, воспитания и концентрации талантов, участником формирования и реализации региональной и государственной научно-технической политики.

### **1.3. Научный, образовательный и инфраструктурный задел университета по планируемым направлениям деятельности передовой инженерной школы**

В ТПУ сформирован существенный задел по всем направлениям развития отраслей ТЭК, включая традиционную, ядерную и водородную энергетику. Высокое академическое признание подтверждается высокими позициями в международных предметных рейтингах в энергетических отраслях: QS «Engineering – Petroleum» (1-е в РФ, 19 – в мире), «Три миссии университета» – 1-е место в областях «Энергетическое машиностроение и электротехника» и «Химические технологии», 2-е место – «Ядерная физика и технологии», 3-е место – «Нефтегазовое дело», 5-е место – «Экология», «Геология». В Программе развития ТПУ до 2030 года «Приоритет 2030» одним из стратегических проектов является проект «Энергия будущего».

Новый этап развития в ТПУ направления «Энергетика» связан с реализацией Стратегического проекта «Энергия будущего» в рамках программы «Приоритет 2030». Цель стратегического проекта – обеспечение технологического и кадрового задела для устойчивого перехода Российской Федерации к экологически чистой ресурсосберегающей энергетике, декарбонизации промышленности, повышению эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, развитию новых технологий ядерной энергетики, формированию новых источников, способов транспортировки и хранения энергии.

#### **1.3.1. Наличие опыта проведения исследований по направлениям передовой инженерной школы. Опыт участия университета в государственных программах**

Университет в партнерстве с институтами РАН, отраслевыми институтами и компаниями проводит фундаментальные и прикладные научные исследования по всем направлениям развития отраслей ТЭК. Ежегодно исследователи ТПУ

публикуют более 450 статей Q1/Q2 в области энергетики. Получены фундаментальные знания и проработаны технические решения в области повышения эффективности и экологичности традиционных источников энергии, включая вовлечение в топливо-энергетический баланс отходов углеобогащения и твердых бытовых отходов, развития теории зажигания и горения суспензионных топлив, газификации твердых топлив, плазмохимической конверсии природного газа с получением водорода без эмиссии CO<sub>2</sub>. В области добычи и переработки жидкого энергетического сырья разработаны и пилотно внедрены цифровые технологии повышения эффективности добычи, включая «цифровой» керн, системы машинного обучения для комплексного анализа месторождений, методы повышения нефтеотдачи и вовлечения трудноизвлекаемых запасов в ресурсную базу страны, цифровые методы эффективной переработки углеводородов. В области ядерных технологий нового поколения исследуются вопросы замыкания ядерно-топливного цикла, вывода из эксплуатации объектов атомной энергетики, технологии безопасного обращения с ядерными материалами, методы и технологии неразрушающего контроля. В области передачи электроэнергии разработаны цифровые модели и алгоритмы управления пропускной способностью энергосистем, моделирующие комплексы энергосистем реального времени.

Сформированные заделы получены в плотной кооперации с институтами РАН, крупными компаниями и технологическим бизнесом, в том числе в рамках реализации крупных государственных программ. Университетом были успешно реализованы Программа повышения конкурентоспособности ведущих университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров (Проект "5-100"), 5 «мегагрантов» по постановлению Правительства № 220, 7 проектов в рамках Федеральной целевой программы «Исследование и разработки». Суммарный объем финансирования по крупным проектам ПП № 220 и ФЦП «Исследования и разработки» превысил 1,1 млрд руб. В рамках указанных направлений исследовалось развитие информационно-телекоммуникационных систем поддержки принятия решения диспетчерским персоналом электроэнергетических систем, электровзрывы в неоднородных средах, газификация твердого топлива.

### **1.3.2. Инновационный задел по направлениям деятельности передовой инженерной школы**

В сфере технологий, инноваций и коммерциализации разработок сформирована эффективная система взаимодействия с более чем 250 индустриальными партнерами. Для семи высокотехнологических компаний (ПАО «Газпром», ГК «Росатом», ПАО «Роснефть», АО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева», ФГУП «НПО «Микроген», ОАО «Системный оператор ЕЭС», ПАО «РАО Энергетические системы Востока») ТПУ является опорным университетом. По объемам финансирования из средств хозяйствующих субъектов (853,1 млн руб.) ТПУ входит в топ-10 в стране.

В рамках развития энергетического направления ТПУ принимает участие в реализации крупных проектов, включая: проект с ПАО «Газпром нефть» «Палеозой» по разработке технологии поиска трудноизвлекаемых запасов углеводородов; проект с ГК «Росатом» «Прорыв» по реализации замкнутого ядерного топливного цикла; программу Губернатора Томской области «Чистая вода» по обеспечению качественного водоснабжения отдаленных территорий; создание и тиражирование первого отечественного кроулера и систем очистки воды для трубопровода «Сила Сибири» с компанией ПАО «Газпром». С использованием прототипа всережимного моделирующего комплекса электроэнергетических систем реального времени разработаны программы развития энергетики Томской и Сахалинской областей. Создана линейка отечественных цифровых томографов для исследования кернов горных пород, в том числе и в пластовых условиях. Совместно с АО «Системный оператор Единой энергетической системы России» разработаны методы обработки больших данных с целью определения фактических статических характеристик электрической нагрузки по напряжению, методы моделирования и ускорения расчетов режимов энергосистем с помощью алгоритмов машинного обучения. Созданы и внедрены комплексные системы роботизированного неразрушающего контроля крупных объектов, включая системы для проекта термоядерного реактора «ИТЭР» и производства запорной арматуры трубопроводов большого диаметра. Объем средств на НИОКР с 2010 г. увеличился 1,5 раза и составил 1,66 млрд руб. в 2021 году.

В университете реализован проект «ВУЗы как центр пространства инноваций». Ведутся работы по формированию экосистемы для развития студенческих предпринимательских проектов. Сформирован университетский «Fablab», предоставляющий доступ к оборудованию для прототипирования и создания

опытных образцов для предпринимательских проектов. Открыта университетская «Точка кипения», на территории которой за период с мая по декабрь прошло более 500 мероприятий с общим количеством посетителей более 9000 человек.

Университет апробирует различные модели взаимодействия с партнерами, включая синхронизацию стратегий научно-технологического развития, встраивание в операционную деятельность компаний, тесную интеграцию с R&D-подразделениями компаний. Совместно с компанией ПАО «Газпром нефть» и Администрацией Томской области создан Кроссиндустриальный центр совместных технологических разработок. Совместно с ПАО «Газпром нефть» разработана методология создания проектного офиса в университете как управляющего коллективного органа, направленного на повышение плотности кооперации и интеграции университетов и бизнеса в областях технологических разработок и создания тиражируемых решений.

### **1.3.3. Научная инфраструктура по направлениям передовой инженерной школы**

ТПУ располагает уникальной исследовательской базой, включающей: Исследовательский ядерный реактор «ИРТ-Т» и научно-исследовательский центр «Экоэнергетика 4.0.» (фундаментальные и поисковые междисциплинарные исследования в области отработки новых ресурсоэффективных технологий для современной энергетики, технологий рециклинга производственных отходов ТЭК с получением высокомаржинальной продукции), включенные в перечень уникальных стендов и установок, установки плазмохимической конверсии, импульсные электронные и ионные ускорители, включая циклотрон, линейный ускоритель электронов, семейства бетатронов и сильноточных ускорителей, вакуумные напылительные установки, комплексы для испытания топливных элементов, комплекс газификации твердых топлив, моделирующие комплексы электроэнергетических систем, модельные химические реакторы, широкий перечень аналитического оборудования, включая установку XPS для определения свойств поверхностей и материалов и др.

### **1.3.4. Наличие опыта реализации образовательных программ по направлениям деятельности передовой инженерной школы**

Томский политехнический университет имеет большой опыт реализации образовательных программ в области подготовки инженеров для энергетического сектора экономики России. В ТПУ обучаются более 8900 студентов, более половины из них – по направлениям подготовки и специальностям ТЭК; реализуется более 106 образовательных программ, более 90% выпускников которых трудоустроены в энергетической области, в том числе в компании, для которых ТПУ является опорным университетом.

Создана система привлечения талантов, включая профильные классы в Лицее при ТПУ («Газпром класс», «Атом класс»). ТПУ возглавляет секцию по энергетике Олимпиады «Прорыв» для студентов и выпускников технических направлений подготовки. С 2015 года в университете реализуется полный цикл работ по организации Международного инженерного чемпионата «CASE-IN». С 2018 года ТПУ ежегодно организует крупнейший чемпионат в России по решению кейсов, связанных с разработкой месторождений нефти и газа и нефтегазовым инжинирингом – OilCase.

Для реализации образовательных программ и новых моделей деятельностного образования созданы лаборатории и совместные центры с партнерами, такие как студенческое конструкторское бюро АО «Силловые машины», центр VR-технологий компании «Транснефть» и многие другие.

В 2020 году ТПУ присвоен статус Федеральной инновационной площадки для реализации проекта «Кроссдисциплинарный центр подготовки системных инженеров для индустрии будущего в интересах нефтехимического и топливно-энергетического комплексов: «Инженер 4.0».

Программа магистратуры «Petroleum Engineering» состоит из коротких интенсивных блоков профессиональных модулей, группового и индивидуального проектов, позволяющего обучающимся погрузиться в систему разделения труда отрасли, участвовать в решении задач фронтального характера, например, разрабатывать и применять цифровые технологии для поиска нефти на основе систем искусственного интеллекта и машинного обучения.

Совместно с ГК «Росатом» реализуется цикл программ магистратуры и специалитета для обеспечения персоналом всей производственной цепочки от рудных концентратов до эксплуатации действующих АЭС. Программы

реализуются не только для рынка России, но и для студентов из зарубежных стран присутствия ГК «Росатом» (Боливия, Гана, Танзания, Индонезия и др.).

Совместно с компанией «Системный оператор Единой энергетической системы» реализуется проект, в рамках которого 2,5 года студенты одновременно обучаются по двум образовательным программам в области энергетики и информационных технологий – «Управление режимами электроэнергетических систем» и «Информационные технологии в электроэнергетике».

Совместно с компанией «Газпромнефть Энергосистемы» в 2021 году запущена магистерская программа «Цифровая энергетика в нефтегазовой отрасли» для ликвидации острой нехватки в нефтегазовой отрасли специалистов, одновременно обладающих профессиональными компетенциями инженера-электрика и IT-инженера. Также запущена комплементарная программа дополнительного образования для переподготовки действующих инженеров. В рамках данной программы для повышения качества образования реализована академическая мобильность студентов Томского политехнического университета, Новосибирского государственного технического университета, Тюменского индустриального университета и Югорского государственного университета.

## **2. ОПИСАНИЕ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ**

### **2.1. Ключевые характеристики передовой инженерной школы**

В экономике Российской Федерации топливно-энергетический комплекс (ТЭК) играет роль базовой инфраструктуры, основы формирования доходов бюджетной системы и крупнейшего заказчика для других отраслей, способствуя достижению национальных целей, определенных Указом Президента Российской Федерации № 204.

В контексте прогнозируемых изменений экономики страны требуется ускоренный переход к эффективной, гибкой и устойчивой энергетике. В соответствии с Энергетической стратегией России до 2035 года указанный переход связан со структурной диверсификацией, цифровой трансформацией и интеллектуализацией отраслей ТЭК, оптимизацией пространственного размещения энергетической инфраструктуры, уменьшением негативного воздействия отраслей ТЭК на окружающую среду и адаптацию их к изменениям климата.

В условиях текущего энергоперехода для России критически важно сохранить долю рынка энергоресурсов и обеспечить сокращение издержек на их производство при минимизации углеродного следа за счет создания и применения новых технологических решений. При решении этой задачи необходимо рассматривать энергетику как единую систему и искать не только локальные, но и глобальные оптимумы по всем цепочкам создания ценности с учетом потенциальной синергии на всех этапах жизненного цикла, включая добычу, переработку, использование и утилизацию энергоресурсов.

Российский отраслевой рынок характеризуется сильными игроками среди компаний операторов, представляющих собой вертикально интегрированные компании в различных стратегических областях: энергетика, нефтегаз и т.д. При этом из структуры бизнеса таких компаний, как правило, выведены сервисные организации, предоставляющие услуги по обеспечению основного бизнеса данных компаний, в том числе сервиса, обеспечивающего технологическое развитие. Вывод подобного бизнеса из структур компаний операторов при наличии сильных западных игроков на российском рынке привел к тому, что среди отечественных компаний не сформировался технологически развитый сектор услуг и практически отсутствует кросс-отраслевая трансляция лучших практик и цифровых решений.

В этой связи ключевым драйвером запуска формирования наукоемкого отраслевого R&D рынка является реакция крупных корпораций на внешние изменения: санкции и уход иностранных игроков с российского рынка, истощение ресурсной базы, технологии индустрии 4.0, меняющиеся правила игры, ужесточение мирового экологического регулирования процессов производства, изменение операционных моделей ведения бизнеса (например, уберизация). Условием выживания крупных корпораций в этих условиях является быстрое формирование и проверка гипотез применения технологических решений или научных идей и реальное внедрение созданных за последние годы инновационных разработок, в том числе кросс-отраслевое внедрение.

Это требование формирует новую роль для университетов – исследователей-интеграторов, которые не только придумывают новую идею, создают целевую систему (программное обеспечение, опытно-промышленный образец и т.д.), но также на всех этапах становления и жизни технологии валидируют, как работает целевая система и, в итоге верифицируют ее в системе конечного пользования – в технологической цепочке, в которую она будет встроена. Дополнительно должен оцениваться потенциал экстраполяции принципов функционирования этой системы на другие отрасли.

Новый образ университета требует создания отличной от классической научно-исследовательской организации операционной модели, учитывающей необходимость настройки на бизнес-процессы ключевых отраслевых партнеров и возможность гибкой синхронной трансформации с ними для адаптации под постоянно меняющиеся внешние обстоятельства и условия. ТПУ должен стать платформой технологического развития: включать в себя услуги R&D инжиниринговых центров и консалтингового агентства и обеспечивать на этой базе подготовку нового поколения высококвалифицированных инженеров, владеющих системным взглядом, наукоемкими, цифровыми и мультидисциплинарными технологиями, а также способствовать кросс-отраслевому внедрению отечественных цифровых технологий.

Университет выделяет в качестве вызова необходимость создания и внедрения современных моделей инженерного образования, включающих в себя постановку исследовательского мышления. Традиционная модель подготовки инженеров в ТПУ сфокусирована вокруг знаниевых составляющих образования – с упором на компетентностные карты и портрет выпускника как человека, знающего

необходимый объём информации о процессах и процедурах, происходящих в отрасли, включая фундаментальные знания. Недостатком модели является малая доля деятельностной составляющей образования и слабое развитие необходимых современных навыков, включая командную и проектную работы, что приводит к большому времени адаптации выпускника к работе на современном высокотехнологичном предприятии. В отличие от традиционной модели, новая образовательная модель ПИШ основана на активной деятельности обучающихся, строится вокруг вовлечения студентов в работу над проектами, максимально близко имитирующими процессы индустрии, командную работу и ролевое распределение задач и ответственности в команде. Это приведет к кардинальной смене системы оценивания с оценки результата на оценку в деятельности и непрерывное формирующее оценивание. Также в новой модели, в отличие от традиционной, большое количество внимания (времени) уделяется стажировкам обучающихся на высокотехнологичных предприятиях и вовлечение представителей компаний в образовательный процесс ПИШ. Ограничивающими факторами представляются высокая скорость, непредсказуемость социально-экономических изменений и инерционность основных процессов университета, реализующего в настоящее время одну основную модель образования, неготовность к новым форматам в образовании основной массы студентов, преподавателей и работодателей, текущих моделей научно-исследовательской и технологической деятельности, организационно-управленческих схем, физической и цифровой инфраструктуры, финансовых механизмов и систем администрирования процессов.

В качестве вызова в научно-технологической деятельности университет выделяет необходимость создания современных эффективных моделей, форматов и практик научной, исследовательской и технологической деятельности, а также моделей взаимодействия с индустриальными партнерами с целью широкого вовлечения обучающихся и ускорения научно-технологического развития страны. Ограничивающими факторами представляются неразвитость форматов плотной кооперации и ограниченное погружение в бизнес-модели партнеров для поиска оптимальных научных и технологических решений. Препятствиями в развитии моделей являются недостаточная скорость и эффективность обеспечивающих процессов, отсутствие целостной системы мотивации и привлечения обучающихся к научно-технологической деятельности, несовершенная система администрирования и управления процессами, а также недостаточный уровень

глубины разделения труда основного персонала с высокой долей непроизводительного труда.

В части совершенствования обеспечивающих систем ТПУ выделяет в качестве вызова необходимость внедрения цифровых технологий во все бизнес-процессы, что требует внесения коренных изменений в технологии, культуру, операции и принципы создания новых продуктов и услуг.

В качестве ответов на вызовы в университете создается Передовая инженерная школа «Интеллектуальные энергетические системы» (ПИШ ИнЭС) как отдельное структурное научно-образовательное подразделение в статусе школы с широкой автономией (процессный и организационный greenfield).

### **Ключевые принципы ПИШ ИнЭС**

- Основной процесс школы – прикладные исследования и разработки (R&D) в области цифровых технологий в интересах технологических и бизнес-партнеров с ориентацией на достижение стратегических целей развития страны;
- Образовательный процесс школы основан на проводимых прикладных исследованиях и разработках с широким вовлечением высококвалифицированных специалистов компаний-партнёров;
- Бизнес-ориентированность управления школой в части скорости и логики принятия управленческих решений, сервисной модели администрирования процессов и клиентоориентированности;
- Коллегиальность системы управления с широким вовлечением бизнес-партнеров;
- Публичность и открытость, широкое вовлечение сотрудников в систему управления.

### **Ключевые характеристики ПИШ ИнЭС**

**ПИШ ИнЭС** сформирует в партнерстве с высокотехнологичными компаниями глобально признанный отраслевой центр компетенций, направленный на проведение исследовательской, экспертной и методологической работы в области цифровой трансформации и интеллектуализации топливно-энергетического комплекса, способствуя достижению Национальных целей страны.

**ПИШ ИнЭС** - интегратор отраслевой экосистемы, обладающий коробочным решением быстрого и гибкого усиления своих мощностей для выполнения роли генерального подрядчика разработки технологии от ранних этапов TRL до производства малотоннажных партий.

**ПИШ ИнЭС** обеспечит совместно с высокотехнологическими компаниями подготовку нового поколения высококвалифицированных инженеров, владеющих системным взглядом, наукоемкими, цифровыми и мультидисциплинарными технологиями для всех секторов энергетической отрасли.

**ПИШ ИнЭС**, реализуя процессный и операционный greenfield, является драйвером трансформации и оптимизации бизнес-процессов университета.

### **Ключевые показатели результативности и эффективности ПИШ ИнЭС**

Создание не менее 4 основных образовательных программ магистратуры и не менее 30 программ профессиональной переподготовки, в том числе в сетевом формате. Число выпускников превысит к 2030 году 1 500 человек (нарастающим итогом), 100% которых будут трудоустроены в российские высокотехнологичные компании. Образовательные модели на основе сетевых форм обучения будут транслированы не менее чем в 3 университета, не участвующих в конкурсе. В результате реализации Программы развития ПИШ ИнЭС будут сформированы управленческая команда и профессорско-преподавательский состав на 100% укомплектованные специалистами, имеющими опыт работы и взаимодействия с высокотехнологическими компаниями энергетического профиля. Для обеспечения современного научно-образовательного процесса будут созданы 8 новых образовательных пространств для опережающей подготовки инженерных кадров. Объем финансирования, привлеченного ПИШ на исследования и разработки в интересах бизнеса, достигнет к 2030 году 2,5 млрд руб. (нарастающим итогом). 50% всех привлеченных средств будут связаны с разработками IT продуктов для индустрии. Будут реализованы 12 крупных проектов с высокотехнологическими компаниями партнерами, результатами которых станут суверенные технологии в области цифровизации ТЭК. На основе реализованных проектов будет создано не менее 4-х спин-офф компаний IT-профиля, в том числе совместно с партнерами. ПИШ ИнЭС станет базой для трансформации внутренних бизнес-процессов университета, включая системы управления и обеспечения образовательной, научной, инновационной и

финансово-хозяйственной деятельности на базе комплексных решений сбора, анализа и распространения данных.

## **2.2. Цель и задачи создания передовой инженерной школы**

**Миссия ПИШ ИнЭС** – преумножать человеческий капитал энергетики страны.

**Стратегическая цель ПИШ ИнЭС** – стать глобально признанным отраслевым центром компетенций по цифровой трансформации и интеллектуализации прогнозирования и управления энергетической инфраструктурой топливно-энергетического комплекса.

### **Задачи ПИШ ИнЭС**

1. На основе мультидисциплинарной научно-образовательной интеграции с высокотехнологическими компаниями увеличить эффективность кооперации и ускорить прохождение уровней готовности востребованных суверенных импортоопережающих технологий и их внедрения, обеспечить формирование среды технологического предпринимательства и стать ведущей экспертной площадкой для формирования стратегии энергетического развития страны.
2. Обеспечить проведение прикладных R&D, направленных на цифровую трансформацию топливно-энергетического комплекса, включая нефтегазовую, электроэнергетическую, атомную и угольную отрасли, на базе отечественных программно-аппаратных решений и моделирующих платформ для достижения технологической независимости, повышения экономической эффективности и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. В числе приоритетных направлений – создание цифровых моделей вывода из эксплуатации объектов ядерного наследия и замыкания ядерно-топливного цикла; моделирующие-управляющих комплексов для нефтехимических производств и цифровых двойников энергетических систем.
3. Сформировать рабочие онтологии в отраслях топливно-энергетического комплекса Российской Федерации для комплексного развития территорий и содействия четвертому энергетическому переходу.
4. Развивая мультимодельную образовательную среду университета, создать систему подготовки и переподготовки профессионалов, владеющих системным взглядом, наукоемкими, цифровыми и мультидисциплинарными

- технологиями, способных работать в кросс-функциональных командах и решать на системном уровне задачи по внедрению и валидации инновационных разработок в энергетической отрасли.
5. Обеспечить реализацию и тиражирование новой парадигмы образования в области энергетики, основанной на системном подходе и понимании целостной цепочки создания ценности.
  6. Содействовать формированию глобальной образовательной и научно-технологической повестки в областях топливно-энергетического комплекса совместно с высокотехнологическими компаниями и органами государственной власти на базе экспертных сообществ и коммуникационных площадок.
  7. Реализовать новую для университета систему управления структурным подразделением, основанную на принципах бизнес-ориентированности в скорости и логике принятия управленческих решений, сервисной модели администрирования; коллегиальности управления с широким вовлечением бизнес-партнеров; публичности и открытости с широким вовлечением сотрудников в систему управления; тесной интеграции с бизнес-партнерами.
  8. Создать открытую среду и новые научно-образовательные пространства для эффективного формирования и реализации интеллектуального потенциала школьников, студентов, преподавателей, исследователей и практических инженеров в целях устойчивого социально-экономического развития региона и страны.
  9. Служить драйвером внутренней трансформации бизнес-процессов университета.

Амбиции ПИШ ИнЭС поддерживаются имеющимися ключевыми ресурсами и конкурентными преимуществами ТПУ, которые включают:

– Образовательная деятельность: опыт внедрения новых моделей основного и дополнительного образования от уникальной магистерской программы совместно с университетом Хериот-Ватт до элитной технической подготовки на младших курсах (honors track); наличие общеуниверситетского ядра образовательной программы в бакалавриате; продуктивный опыт реализации программ двойных дипломов и мобильности с зарубежными университетами; наличие тесной кооперации университетов в рамках проекта «Большой университет Томска» и опыта реализации сетевых программ по междисциплинарным направлениям.

- Исследования и разработки: опыт выполнения исследований в рамках российских и международных коллабораций различного формата и реализации исследовательских мегапроектов, наличие уникальной исследовательской инфраструктуры и партнерских связей в областях традиционной, атомной и водородной энергетики.
- Инновации и коммерциализация: наличие тесных партнерских связей и опыта реализации технологических проектов, включая крупные международные проекты, в сотрудничестве с компаниями, имеющими различные модели построения процессов, корпоративные ценности и культуру; наличие развитой инфраструктуры и деятельности в области технологического предпринимательства.
- Управление: опыт построения, внедрения и реализации различных моделей управления университетом в целом, а также крупными инвестиционными проектами, включая различные федеральные программы.

### **2.2.1. Роль передовой инженерной школы в достижении целевой модели университета**

Создание **ПИШ ИнЭС** комплементарно Стратегическому проекту ТПУ «Энергия будущего» в рамках программы «Приоритет 2030» в части формирования в партнерстве с высокотехнологичными компаниями глобально признанного отраслевого центра компетенций, направленного на проведение исследовательской, экспертной и методологической работы в области цифровой трансформации и интеллектуализации прогнозирования и управления энергетической инфраструктурой топливно-энергетического комплекса.

**ПИШ ИнЭС**, создавая систему подготовки и переподготовки профессионалов, способных работать в кросс-функциональных командах и решать на системном уровне задачи по внедрению и валидации инновационных разработок в энергетической отрасли, будет способствовать созданию на базе ТПУ Национального центра развития высшего инженерного образования.

**ПИШ ИнЭС**, реализуя роль интегратора отраслевой экосистемы и генерального подрядчика фронтальных исследований и разработки технологий от ранних этапов TRL до производства малотоннажных партий, ускоряя прохождение уровней готовности востребованных суверенных импортопережающих энергетических

технологий и формируя среду технологического предпринимательства, будет способствовать становлению ТПУ в качестве ведущей экспертной площадки для формирования стратегии энергетического развития страны и её реализации улучшения качества жизни и создания безопасной среды обитания.

**ПИШ ИнЭС**, создавая и транслируя модели организации и оптимизации бизнес-процессов на основе современных организационно-управленческих и цифровых технологий сбора, анализа и распространения данных, станет драйвером институциональной трансформации университета, включая системы управления и обеспечения образовательной, научной, инновационной и финансово-хозяйственной деятельности.

### **2.2.2. Участие передовой инженерной школы в решении задач, соответствующих мировому уровню актуальности и значимости в приоритетных областях технологического развития Российской Федерации**

Приоритетные направления развития топливно-энергетического комплекса Российской Федерации определены:

- Энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2035 года,
- Стратегией национальной безопасности Российской Федерации,
- Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации,
- Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»,
- Стратегией пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года,
- Доктриной энергетической безопасности Российской Федерации,
- Стратегией экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года
- Стратегией развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 года
- другими документах стратегического планирования Российской Федерации.

К основным целевым устремлениям ПИШ ИнЭС по осуществлению прорывных разработок и исследований, обеспечивающих выход на производство высокотехнологичных продуктов, соответствующих мировому уровню, включая

решение задач импортозамещения, в приоритетных областях технологического развития Российской Федерации можно отнести следующие:

#### 1. В атомной отрасли:

– разработка, лабораторная апробация, внедрение в научно-образовательный процесс технологий замыкания ядерного топливного цикла, обращения с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами, производства топлива из регенерированных ядерных материалов;

– создание и опытно-промышленная апробация цифровых технологий и технических решений безлюдного обследования объектов использования атомной энергии при выводе их из эксплуатации на собственной уникальной научно-исследовательской базе (исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т), включенной в перечень ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2035 года»;

– разработка, апробация и внедрение у промышленных партнёров высокотехнологичных импортонезависимых продуктов, позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду и минимизировать экологические риски (с использованием цифровых технологий);

– создание и опытно-промышленная апробация новых средств измерения для использования в технологических процессах новой атомной энергетики;

– создание и апробация цифровых моделей и тренажёров технологических линий новой атомной энергетики.

#### 2. В электроэнергетике:

– разработка и внедрение в научно-образовательный процесс университета оборудования и технологий автоматизированного управления и мониторинга, интеллектуальных электрических сетей, компьютерной имитации на основе цифровых двойников, включая средства проведения комплексных цифровых испытаний оборудования и технологий;

– создание отечественных цифровых решений в области пространственного и регионального развития сферы энергетики, повышения устойчивости и надёжности энергоснабжения макрорегионов с максимальным, экономически

эффективным использованием местных энергетических ресурсов, возобновляемых источников энергии и распределенной генерации.

### 3. В нефтегазовой отрасли:

- разработка и адаптация инженерных математических моделей базовых процессов переработки нефти и газа, направленных как на повышение эффективности действующих нефтегазоперерабатывающих производств, так и на разработку новых технологий, в том числе глубокой переработки углеводородного сырья.
- разработка технологий получения жидких биотоплив и катализаторов, разработка цифровых моделей и алгоритмов с применением нейросетей для выбора компонентов жидких биотоплив.
- развитие и внедрение технологий, позволяющих добиться снижения выбросов парниковых газов и устойчивого развития энергетического сектора.

### 4. Кросс-индустриальные решения:

- разработка и применение новых материалов и оборудования в области аддитивных технологий, для обеспечения потребностей топливно-энергетического комплекса;
- разработка и внедрение предиктивных систем обеспечения безопасности промышленных объектов на основе искусственного интеллекта, включая системы раннего обнаружения возгораний, системы анализа состояния объектов, системы мониторинга нарушений технологической безопасности, цифровые помощники с функциями распознавания речи, обработки запросов и предоставления ответов;
- применение VR-технологий и цифровых двойников для моделирования технологических процессов для постановки навыков выполнения работ на объектах топливно-энергетического комплекса;
- анализ возможностей применения алгоритмов квантовых вычислений для решения актуальных задач ТЭК;
- применение методологии реверс-инжиниринга для сокращения времени разработки импортонезависимых изделий и технологий.

Деятельность ПИШ ИнЭС будет нацелена на максимальный вклад в достижение национальных целей Российской Федерации, определенных в Указе Президента Российской Федерации № 474 от 21 июля 2020 года:

- **Сохранение населения, здоровья и благополучия людей.** Обеспечение устойчивого роста численности населения Российской Федерации через развитие умной миграции в рамках экспорта образования. Повышение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет через улучшение условий жизни населения, уменьшение отрицательного воздействия деятельности организаций топливно-энергетического комплекса на окружающую среду и снижение негативного воздействия деятельности организаций топливно-энергетического комплекса на климат, обеспечение безопасных условий труда работников организаций топливно-энергетического комплекса, повышение доступности электросетевой инфраструктуры, надежности и качества энергоснабжения потребителей.
- **Возможности для самореализации и развития талантов.** Формирование эффективной системы выявления, поддержки талантов и обеспечение присутствия России в числе десяти ведущих стран мира по объему научных исследований и разработок, в том числе за счет создания эффективной системы высшего образования, через формирование мультимодельной научно-образовательной среды и развитие кооперации и интеграции с институтами РАН, научно-исследовательскими организациями всех форм собственности, компаниями высокотехнологических секторов экономики.
- **Комфортная и безопасная среда для жизни.** Улучшение качества городской среды и снижение выбросов опасных загрязняющих веществ через разработку экологически чистых и эффективных технологий получения энергии.
- **Цифровая трансформация.** Достижение «цифровой зрелости» ключевой отрасли экономики. Формирование системы управления, координации и мониторинга цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса, реализация пилотных проектов по внедрению цифровых технологий и отраслевых платформенных решений.
- **Ускорение технологического развития Российской Федерации.** Увеличение количества организаций, осуществляющих технологические инновации. Создание отраслевых центров компетенций по приоритетным направлениям технологического развития топливно-энергетического

комплекса, инжиниринговых центров и испытательных полигонов, обеспечивающих условия для внедрения инновационных технологий и современных материалов в отраслях топливно-энергетического комплекса.

### **2.3. Ожидаемые результаты реализации**

**ПИШ ИнЭС** создаст отраслевой центр компетенций по цифровой трансформации и интеллектуализации прогнозирования и управления энергетической инфраструктурой ТЭК, включающий инжиниринговый центр и испытательный полигон, обеспечивающие условия для внедрения современных материалов, образцов нового оборудования и инновационных технологий.

**ПИШ ИнЭС**, способствуя глобальному четвертому энергопереходу, разработает и внедрит суверенные технологии сквозной цифровизации энергетической отрасли для расширения ресурсной базы страны, глубокой переработки углеродсодержащих материалов, замыкания ядерного топливного цикла, вывода из эксплуатации объектов ядерного наследия, снижения антропогенного воздействия, создания новых источников энергии, пространственного и регионального развития сферы энергетики.

**ПИШ ИнЭС** сформирует новые форматы взаимодействия с энергетическими компаниями для повышения скорости прохождения этапов уровня готовности технологий.

**ПИШ ИнЭС**, способствуя глобальному лидерству российских энергетических компаний, трансформирует парадигму и модели энергетического образования, готовя студентов, способных эффективно работать в разнообразных конфигурациях сложных инженерных объектов и производств полного жизненного цикла в интересах топливно-энергетического комплекса.

**ПИШ ИнЭС** станет признанным экспертным и технологическим центром формирования политик, норм, стандартов и требований в областях традиционной, перспективной энергетики, обеспечивая координацию системы научной поддержки стратегических решений государства и бизнеса в условиях глобального энергоперехода.

**ПИШ ИнЭС** станет основой для создания и верификации моделей трансформации основных бизнес-процессов университета.

**ПИШ ИнЭС** транслирует успешный опыт организации нового энергетического образования и взаимодействия с высокотехнологическими компаниями в университеты, не участвующие в конкурсе передовых инженерных школ.

### **3. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ**

#### **3.1. О руководителе передовой инженерной школы**

Лаас Роман Александрович

Отсутствует

Кандидат технических наук

Лаас Роман Александрович

Кандидат технических наук, гражданин Российской Федерации. Родился 15.02.1991 г. Реквизиты для связи: romanlaas@tpu.ru; +7(983)347-00-60

ORCID, Scopus ID 55543151400, Researcher ID M-3679-2014, РИНЦ (authorId) 770075.

Окончил физико-технический институт Томского политехнического университета по специальности «Безопасность и нераспространение ядерных материалов». Защитил кандидатскую диссертацию (специальность 12.06.01 - Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии) в 2021 году.

С 2021 по 2023 - директор Института развития инженерного образования, Центра образовательных продуктов Томского политехнического университета.

#### **3.2. Система управления**

В 2017–2018 гг. в рамках реализации Проекта «5-100» ТПУ перешел на бескафедральную структуру с сохранением линейно-функциональной системы управления. Трансформация университета с выделением в качестве основных структурных единиц школ, отделений и научно-образовательных центров позволила ускорить создание кросс-дисциплинарных команд, расширила академические свободы сотрудников, которые смогли выбирать основную точку приложения своего труда – преподавательскую или исследовательскую деятельность, а также выделила подразделения, сфокусированные на фронтальных научных исследованиях.

Несмотря на положительные эффекты на уровне подразделений университета система управления и администрирования процессов, в целом, имеет следующие недостатки:

- Низкая скорость и прозрачность принятия управленческих решений;
- Низкая производительность труда основного персонала из-за высокой бюрократической нагрузки;
- Сильная зависимость бизнес-процессов университета от человеческого фактора, несмотря на глубокую автоматизацию;
- Отсутствие бизнес-логики, доминирование логики финансирования и бюджетирования, а не инвестирования;

- Слабая интеграция с бизнес-партнерами на уровне формирования технологических стратегий развития и интеграции IT-сервисов.

Имеющиеся недостатки ограничивают возможности эффективной кооперации университета с высокотехнологическими компаниями, для которых ключевую роль играет возможность оперативного принятия решений и быстрая сборка проектных команд. Трансформация системы управления университета происходит в рамках программы развития «Приоритет 2030». Ключевые направления политики университета в области системы управления включают в себя повышение вовлеченности сотрудников в управление через делегирование полномочий на нижние уровни, вовлечение сотрудников в управление через участие в общественных коллегиальных органах, привлечение внешних ведущих специалистов к управлению основными процессами университета, введение института единых ответственных лиц по связям с бизнес компаниями для повышения эффективности и плотности кооперации, формирования и контроля выполнения совместных стратегий развития с ключевыми партнерами. Достижение поставленных в рамках трансформации университета задач позволит преодолеть имеющиеся недостатки и сформировать эффективную систему управления.

Задачи, которые стоят перед передовой инженерной школой, еще больше обостряют имеющиеся недостатки в традиционной системе управления. Для их решения система управления ПИШ ИнЭС создается в формате greenfield с целью апробации новых подходов и принципов. Главными принципами передовой инженерной школы являются бизнес-ориентированность и плотная кооперация с высокотехнологическими компаниями, что требует создания системы управления школой с высоким вовлечением представителей бизнес-партнеров, обеспечения скорости и прозрачности принятия решений и оперативности их реализации, реализации моделей инвестирования ресурсов и проектного подхода. Главным отличием от существующей системы управления проектами является организация деятельности по проекту в логике централизации процессов под руководителем проекта с вовлечением участников проекта, работающих в других структурных подразделениях университета и/или в высокотехнологических компаниях. При этом контроль за деятельностью руководителя проекта осуществляют руководители направлений научно-исследовательских проектов и(или) образовательных проектов ПИШ ИнЭС.

Для достижения целей, указанных в контексте политики управления университетом, команда управления школы сосредоточится на следующих мероприятиях:

- формирование бесшовной цепочки создания ценности вместе с высокотехнологическими партнерами для сонастройки бизнес-процессов и зеркальных элементов системы индустриального партнера в университете (общие КПЭ проектов с партнерами, фокусировка компетенций и ресурса на приоритетных направлениях исследований, комплементарная система бизнес-процессов, бесшовная передача данных и единая IT-среда);
- создание условий для возникновения продуктов, опережающих уровень индустрии (внутривузовский форсайт развития индустрии, оптимизация бизнес-процессов под цепочку создания ценности с индустриальными партнерами, картирование знаний и компетенций

университета, возникновение системы внутреннего контроля качества и методологического сопровождения);

- развитие кадрового потенциала отраслей энергетики (совместное с компаниями образование инженеров новой формации, переподготовка действующих инженеров с учетом современных технологических решений, подготовка нового поколения преподавателей университетов, развитие новых форматов инженерного образования);
- интеграция отраслевой экосистемы (картирование знаний и компетенций отраслевой экосистемы; формирование коммуникационных мероприятий и площадок; общая ИТ-система управления знаниями; кросс-отраслевое внедрение и тиражирование продуктов);
- концентрация ресурса на развитии отраслевого научно-исследовательского потенциала с учетом региональных особенностей для создания и внедрения коммерциализируемых решений (формирование регионального бизнес-кейса и декомпозиция на задачи, сонастройка потребностей отрасли и стратегических ставок региональных властей);
- развитие отраслевого технологического предпринимательства (сборка экосистемы акселерации проектов для отраслей энергетики; привлечение отраслевой экспертизы; управление участием инвесторов в экосистеме; управление непосредственным участием вуза в инвестировании в стартапы и спин-оффы).

### **3.3. Организационная структура**

С целью повышения скорости и прозрачности принятия управленческих решений ПИШ ИнЭС создается как отдельное структурное научно-образовательное подразделение в статусе школы с широкой автономией (процессный и организационный greenfield). Предусматривается реализация проектного подхода с быстрой сборкой команд под решение научно-технологических и образовательных задач. Система сборки проектных команд создается такой, чтобы обеспечить простоту и скорость формирования подобных команд, включая привлечение представителей высокотехнологических компаний. Для сокращения издержек и обеспечения сервисной функции университета по отношению к проектным командам, устойчивые проекты могут получить статус структурного подразделения (лаборатории, отделения, центра) в ПИШ. Задача школы - быть максимально открытой для вовлечения в команды компетентных специалистов как в рамках самой школы, так и из университета и окружения.

Основные объекты управления:

- Стратегическое планирование – разработка стратегии и программы развития школы в соответствии с технологическими стратегиями высокотехнологических компаний, приоритетами СНТР, национальными целями развития РФ, стратегиями социально-экономического развития субъектов РФ и отраслевыми документами стратегического планирования РФ;
- Исследования и разработки (R&D) – создание наукоемкой высокотехнологичной продукции в интересах бизнес-партнеров;
- Инновации – трансфер технологий и внедрение результатов интеллектуальной деятельности, включая создание стартапов и спин-оффов;

- Образование – обучение, воспитание, подготовка высокопрофессиональных инженеров и преподавателей, включая разработку образовательных программ, системы отбора студентов, систем оценивания компетенций, практик в высокотехнологических компаниях, методическую работу, создание систем стандартов и аккредитации инженерного образования и инженеров;
- Внешний контур – взаимодействие с высокотехнологическими компаниями, органами государственной власти, организациями РАН, гражданским обществом, институтами развития;
- Внутренний контур – внутренние сервисы ПИШ и взаимодействие с контуром университета и инновационным окружением, включая спин-оффы;
- Человеческий капитал – развитие и повышение компетенций сотрудников, формирование корпоративной культуры, работа с выпускниками;
- Инфраструктура – развитие и управление материально-технической базой и IT инфраструктурой.

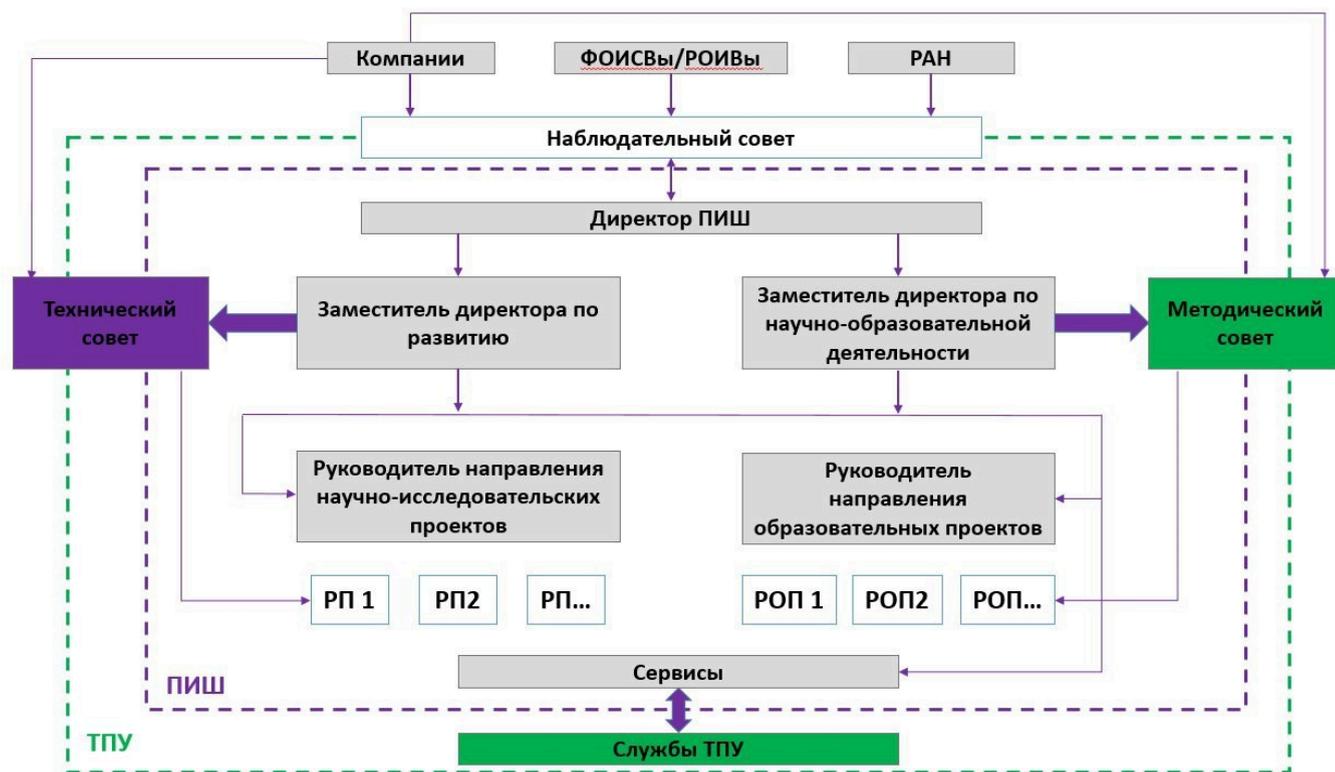


Схема системы управления ПИШ ИнЭС

Основные органы коллективного управления ПИШ включают наблюдательный совет, технический совет и методический совет. Во главе ПИШ стоит директор, осуществляющий стратегическое управление в рамках основных направлений деятельности подразделения. Оперативное управление ПИШ осуществляет команда проектного офиса, включающая заместителя директора по развитию, заместителя директора по научнообразовательной деятельности, руководителей направлений научно-исследовательских и образовательных проектов. Руководство каждым научнотехнологическим проектом или образовательной программой осуществляют руководитель проекта или программы соответственно.

- 1. Наблюдательный совет** ПИШ ИнЭС – основной орган стратегического управления школы, включающий представителей руководящего состава технологических и бизнес-партнеров, ректора университета, руководителя ПИШ. Функции Наблюдательного совета охватывают формирование стратегий развития ПИШ и стратегических проектов, утверждение портфеля проектов и образовательных программ, определение основных КПЭ в областях научно-технологической, образовательной и инновационной деятельности, а также оценку их достижения.
- 2. Технический совет** ПИШ ИнЭС - орган управления, определяющий программу исследований и разработок школы, включающий в себя научных руководителей основных нанотехнологических проектов и образовательных программ, а также представителей высокотехнологических компаний. Функцией технического совета является системная координация процессов по формированию и реализации продуктовой линейки, портфеля R&D проектов, рассмотрение и утверждение предложений о мероприятиях по развитию взаимодействия. Совет разрабатывает, корректирует и представляет на утверждение Наблюдательному совету программу исследований и разработок школы, контролирует выполнение текущих проектов, вырабатывает предложения по путям возможной коммерциализации разработок, включая создание стартапов и спин-оффов, обеспечивает научную составляющую образовательных программ (программы стажировок, семинаров и т.д.), разрабатывает и утверждает дорожную карту мероприятий по интеграции университета в систему индустриального партнёра. Деятельность методического совета координируется руководителем направления научно-исследовательских проектов. Председателем технического совета является проректор по науке и стратегическим проектам.
- 3. Методический совет** ПИШ ИнЭС — орган управления, определяющий образовательную политику школы, включающий в себя руководителей и научных руководителей образовательных программ. Совет разрабатывает, корректирует и представляет на утверждение Наблюдательному совету образовательную политику школы, основные образовательные программы, контролирует ход реализации текущих образовательных программ, определяет пути набора абитуриентов и трудоустройства выпускников, направления повышения квалификации сотрудников школы, актуализирует потребности в персонале технологических партнеров. Деятельность методического совета координируется руководителем направления образовательных проектов. Председателем совета является проректор по образовательной деятельности.
- 4. Директор ПИШ ИнЭС** – топ-менеджер с широким набором делегированных полномочий по реализации стратегии развития школы. В его задачи входит управление передовой инженерной школой, определения путей достижения целевого состояния, налаживания верхнеуровневого взаимодействия с высокотехнологическими компаниями и бизнес-партнерами, разработка КПЭ руководящего состава ПИШ.
- 5. Заместитель директора по развитию** - обеспечивает функционирование операционной модели ПИШ, связь с университетом и окружением. В его задачи входит разработка рамочных договоров и соглашений с участниками экосистемы; ценообразование; оценка

внутреннего ресурса под требования индустриального партнера; разработка договорного дизайна проектов: определение структуры договоров, организация участия в тендерах индустриальных партнеров; проведение собственных тендеров на выполнение работ и закупку оборудования; мониторинг сроков исполнения проектов; мониторинг исполнения КРІ.

6. **Заместитель директора по научно-образовательной деятельности** — организация операционной деятельности школы, включая учебную, учебно-методическую, воспитательную, научно-исследовательскую, организационной и финансово-хозяйственную; контроль работоспособности оборудования и инфраструктуры ПИШ; организация процессов развития человеческого капитала и администрирование сервисов ПИШ; консолидация числовых показателей о деятельности ПИШ.
7. **Руководитель направления образовательных проектов** - разработка, реализация и операционное сопровождение образовательных программ (проектов), обеспечивающих индустриального партнера и экосистему персоналом соответствующего качества, трансляция практик индустриального партнера в образовательную систему и обратно. В его задачи входит анализ системы требований индустриального партнера к деятельности: изучение операционной модели и цепочки создания ценности, профиля компетенций, спецификации оборудования (технологического оборудования, ПО и т.д.); оценка образовательных программ ПИШ на соответствие системе требований индустриального партнера; формирование меню образовательных решений для подготовки персонала, соответствующего системе требований; дизайн (образовательный консалтинг), реализация и операционное сопровождение образовательных программ (проектов) совместно с индустриальным партнером; маркетинг образовательных программ (проектов), организация набора; актуализация образовательных программ (проектов); развитие системы формирования предпринимательских компетенций среди студентов; содействие трудоустройству выпускников ПИШ в высокотехнологичные компании.
8. **Руководитель направления научно-исследовательских проектов** - руководство и управление портфелем проектов, взаимодействие с компанией-партнером и глубокая погруженность в операционную модель бизнеса, цепочку создания ценности и отраслевые процессы, упаковка создаваемых продуктов, актуализация внутреннего ресурса под задачи заказчика. Декомпозиция отраслевых вызовов до фундаментальных областей и исследовательских задач; совместное с партнерами формирование технического задания; оценка внутреннего ресурса под требования индустриального партнера и сбор ресурса под проекты (совместно с заместителем директора по развитию): подбор ответственных исполнителей по проекту, сборка команды внутри вуза, вовлечение ресурса окружения университета; интеграция междисциплинарных (кроссфункциональных) проектов; оценка применимости существующих технологических решений на отраслевые вызовы; формирование рекомендаций по развитию экосистемы отраслевых партнеров.
9. Руководство каждым научно-технологическим проектом осуществляет руководитель проекта (РП).
10. Руководство образовательной программой осуществляет руководитель образовательной программы (РОП).

Система внутренних сервисов для руководителей проекта обеспечивается созданным в структуре школы организационным отделом. Данные сервисы взаимодействуют со службами университета, снижая до минимума взаимодействие сотрудников ПИШ с этими службами напрямую для повышения производительности их труда.

### **3.4. Финансовая модель**

Цель финансовой стратегии – формирование бюджета развития и обеспечение долгосрочной финансовой стабильности основных видов деятельности ПИШ ИнЭС на основе снижения непроизводительных затрат, увеличения доходов от НИОКР и других видов приносящей доход деятельности. Финансовая модель ПИШ ИнЭС тесно интегрирована с финансовой стратегией ТПУ и стратегиями развития основных бизнес-партнеров Школы.

Основные принципы финансовой модели:

- увеличение прозрачности и автономности бюджета, принятие решений на уровне центров финансовой ответственности Школы;
  - формирование новых источников доходов, в том числе за счет внедрения новых моделей кооперации с индустриальными партнерами и университетами;
  - формирование фонда развития за счет повышения маржинальности реализуемых проектов, политики формирования накладных расходов и увеличения отчислений от дополнительных доходов;
  - повышение производительности труда персонала за счет цифровизации бизнес-процессов;
- снижение непроизводительных затрат путем реализации программы ресурсосбережения, введения проектного управления, риск-менеджмента и продуктового подхода.

#### **Наращивание и диверсификация доходов**

Основные источники поступления финансовых средств – средства субсидии на реализацию Программы развития, средства софинансирования со стороны индустриальных партнеров, доход от НИОКР, включая грантовые программы, оказания образовательных услуг, масштабные благотворительные программы за счет целевых пожертвований и фандрайзинга.

На первом этапе развития ПИШ ИнЭС внебюджетная составляющая обеспечивается на уровне не менее 35%, увеличиваясь по мере выхода на траекторию устойчивого развития до 60%. Объем внебюджетных средств за время реализации Программы достигнет к 2030 г. 3 млрд руб. Доля внебюджетных средств, направленных на выполнение НИОКР и средств, полученных от оказания образовательных услуг в общем объеме внебюджетных поступлений составит 85% и 15% соответственно. Общий бюджет ПИШ ИнЭС в 2030 году составит 1,42 млрд руб.

#### **Эффективное расходование средств**

Менеджмент ПИШ ИнЭС привержен обеспечению эффективности и рационального использования средств, изыскивает новые лучшие практики и инкорпорирует принципы эффективного расходования средств на все мероприятия, включая:

- внедрение цифровых инструментов администрирования и финансового учета, в том числе интегрированных в системы управления университетом и основных бизнес-партнеров;
- оптимизация численности административно-управленческого персонала и сервисных служб с обеспечением конкурентоспособного уровня заработной платы (производительность, уровни нормативной численности и квалификации сотрудников будут отличны от остальных школ ТПУ);
- внедрение принципов эффективного расходования средств, сокращение затрат на содержание инфраструктуры, разработка и внедрение стратегии управления имуществом как самым большим финансовым активом Школы.

### **Снижение финансовых рисков**

- введение проектного управления, риск-менеджмента и продуктового подхода;
- развитие систем мониторинга и предиктивной аналитики в области финансовой дисциплины;
- развитие финансовой прозрачности и информирование сотрудников о решениях, принимаемых в финансовой сфере;
- формирование направлений вложений средств и стратегического инвестирования для обеспечения дополнительных доходов в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Финансовое обеспечение программы развития ПИШ ИнЭС представлено в Приложении 3.

Финансовая модель ПИШ ИнЭС будет реализована в парадигме инвестирования, а не бюджетирования. Финансирование проектов на начальной стадии работы ПИШ ИнЭС, при ограничениях промышленных партнеров, будет реализовано в форме авансирования со стороны университета или перераспределения накладных в структуре цены договора с промышленным партнером.

При реализации любого проекта важным аспектом является предварительная договоренность с промышленным партнером относительно внутреннего управленческого учета доходов и расходов Школы и структуры цены, так как промышленный партнер инвестирует помимо финансовых ресурсов в компетенции ПИШ ИнЭС стажировками и погружением в цепочку создания ценности, операционную модель и настройку бизнес-процессов.

Для реализации данной модели необходима настройка финансового и управленческого учета. Школа должна получить внутренний лицевой счет, который будет аллоцировать все средства, получаемые от промышленного партнера. Управленческий учет должен быть доступен промышленному партнеру для подтверждения прозрачности сформированной цены и демонстрации соинвестирования за счет внутренних средств. Также управленческий учет должен быть со-настроен с системой КПЭ промышленного партнера для обеспечения формирования

аналитических выгрузок по запросу и к работе управляющих органов. Глубина кастомизации учетных механизмов прямым образом должна зависеть от длительности взаимодействия, выраженной в юридически правовой обязанности долгосрочными договорами и объемом привлекаемых внебюджетных средств.

## **4. ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНИРУЕМОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ**

### **4.1. Научно-исследовательская деятельность**

Основной особенностью научно-исследовательской деятельности ПИШ является фокусировка на проведении прикладных исследований и разработок, направленных на внедрение, в том числе кросс-индустриальное, результатов в промышленность для тиражирования высокотехнологичными компаниями. Для этого система управления исследованиями ПИШ строится по принципам, отличающимся от других подразделений ТПУ:

– вводится позиция руководителя направления, глубоко вовлеченного в деятельность и культуру как университета, так и компаний-партнеров. В его задачи входит определение линейки продуктов, консолидация портфеля проектов и его актуализация с руководством индустриального партнёра, поиск и раскрытие дополнительного потенциала взаимодействия между вузом и индустриальными партнерами; организация и курирование сервиса комплексного форсайта, консалтинга и управления интеллектуальной собственностью;

– создается Технический совет, в котором происходит системная координация процессов по формированию и реализации продуктовой линейки, портфеля R&D проектов, рассмотрение и утверждение предложений о мероприятиях по развитию взаимодействия. Технический совет включает представителей ПИШ и компаний-партнеров, собирается не реже 1 раза в квартал, разрабатывает, корректирует и представляет на утверждение Наблюдательному совету программу исследований и разработок ПИШ ИнЭС; контролирует выполнение текущих проектов; вырабатывает предложения по путям возможной коммерциализации разработок, включая создание стартапов и спин-оффов; обеспечивает научную составляющую образовательных программ (программы стажировок, семинаров и т.д.); рассматривает научно-исследовательские проекты и представляет на утверждение Наблюдательному совету; разрабатывает и утверждает «дорожную карту» мероприятий по интеграции университета в систему индустриального партнёра.

Реализация научных проектов проводится на принципах продуктивно-инвестиционного подхода по тематикам, согласованным и верифицированным индустриальными партнерами. Предварительная проработка научных и технологических гипотез проводится при финансировании университета, а доведение до готового результата – при финансировании высокотехнологичной компании-партнера.

По мере укомплектования штатного расписания ПИШ для картирования знаний и компетенций отраслевой экосистемы, развития отраслевого форсайта и развития экспертной функции предполагается формирование выделенной группы исследователей и экспертов, плотно взаимодействующих с руководителем направления научно-исследовательских проектов, техническим советом и руководителями научных проектов. При успешном развитии этой функции возможно появление отдельной роли «отраслевого лидера» как ведущего специалиста в

области развития и использования технологий отраслями энергетики и направлений дальнейшего технологического развития.

В ТПУ сформирован существенный задел по всем направлениям традиционной, ядерной и водородной энергетики. Получены фундаментальные знания и проработаны технические решения в области повышения эффективности и экологичности традиционных источников энергии. Так, с использованием всережимного моделирующего комплекса реального времени электроэнергетических систем разработана комплексная программа развития энергетики Томской и Сахалинской областей. В области вовлечения в топливо-энергетический баланс новых видов энергоресурсов разработана технология эффективного сжигания отходов углеобогащения. В области термической конверсии низкосортных топлив и производственных отходов создан стенд газификации, позволяющий получать энергию и полезные продукты. В области нефтедобычи разработаны и внедрены цифровые технологии повышения эффективности добычи, например, цифровой керн и системы машинного обучения, новые методы повышения нефтеотдачи и вовлечения новых запасов в ресурсную базу страны (проект «Палеозой»).

В области ядерных технологий нового поколения разработаны экономически обоснованные проекты компактных ядерных реакторов и подкритических сборок с внешней термоядерной накачкой, технологии производства изотопов для «ядерных» батарей нового поколения, технологии безопасного обращения с ядерными материалами и методы неразрушающего контроля качества топливных сборок.

В области водородной энергетики созданы технологии получения водорода плазмохимической конверсией из природного газа без выбросов CO<sub>2</sub>, например, на основе реактора с магнетронной плазмой, получения водорода газификацией с утилизацией выделяемого CO<sub>2</sub> на основе созданного комплекса газификации, получения водорода при переработке биомассы и отходов, получения водорода электролитическим и фотокаталитическим методами на катализаторах из недорогих металлов, например, при воздействии солнечного света на воду.

Сформирован существенный задел в научно-технических основах и технологиях очистки и хранения водорода с применением соединений на основе гидридообразующих металлов, углеродных наноматериалов и металл-органических конструкций, создания новых конструкционных материалов, устойчивых к воздействию водорода, тонкопленочных электролитов и протонообменных полимерных мембран для топливных ячеек.

К уникальным ресурсам ТПУ относится специализированное оборудование и комплексы, включая Исследовательский ядерный реактор «ИРТ-Т», включенный в перечень уникальных стендов и установок, установки плазмохимической конверсии, импульсные электронные и ионные ускорители, включая циклотрон, вакуумные напылительные установки, комплексы для испытания топливных элементов, комплекс газификации твердых топлив, всережимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем и др.

Сформированные заделы получены в плотной кооперации с институтами РАН, крупными компаниями и технологическим бизнесом, в том числе в рамках федеральных целевых программ

и Программы «5-100».

Новая реальность и вызовы, стоящие перед всеми отраслями энергетики, требуют от ТПУ стать платформой технологического развития, которая будет запущена в рамках реализации проекта передовой инженерной школы «Интеллектуальные энергетические системы». Основные принципы и задачи научно-исследовательской политики школы включают:

- фокусировку на прикладных исследованиях и разработках на основе создания, верификации и применения комплексных численных моделей и цифровых технологий с привлечением фундаментальных знаний и заделов на ранних стадиях TRL из окружения ПИШ, включая сам университет, институты РАН и другие университеты-партнеры;
- проведение исследовательской работы в проектной логике с привлечением требуемых компетенций как из школы, так и окружения без формирования в структуре ПИШ излишних организационных структур;
- согласование исследовательской повестки с высокотехнологическими компаниями-партнерами, встраивание в их технологические стратегии и совместное формирование таких стратегий на последующих этапах, что является базовым отличием от используемой системы управления проектами.;
- фокусировку на разработках, имеющих высокий потенциал внедрения в технологические процессы и цепочки создания ценности компаний энергетического сектора, включая кросс-отраслевую трансляцию отечественных решений и разработок;
- развитие методологии и формирование карт компетенций университета и отраслей энергетики, проведение исследовательского и технологического форсайта, а также развитие рабочих онтологий в отраслях топливно-энергетического комплекса Российской Федерации для комплексного развития территорий и содействия четвертому энергетическому переходу;
- обязательное вовлечение обучающихся в прикладные исследования и разработки в рамках реализации ими групповых и индивидуальных проектов.

Результаты проведенного стратегического маркетингового анализа показывают следующее:

– перевод ядерной энергетики на замкнутый топливный цикл, в основе которого реакторы на быстрых нейтронах, служит решению пяти ключевых проблем, первая из которых – безопасность, а вторая – конкурентоспособность, а также сырьевое обеспечение, решение проблемы ОЯТ и высокоактивных отходов и нераспространение делящихся материалов. Опыт предыдущих лет показывает, что внедрение цифровых технологий уже на этапе проектирования позволяет провести прогнозирование экологических, эксплуатационных и технологических рисков и снизить или полностью исключить их на всех переделах замыкания топливного цикла. На сегодняшний день в Российской Федерации реализуется ряд масштабных проектов по созданию реакторов на быстрых нейтронах: проектное направление «Прорыв» с реактором БРЕСТ-ОД-300 (г. Северск, Томская область), жидкосолевых реакторов на расплавах солей фторидов (г. Железногорск, Красноярский край), реактор БН-1200 (г. Заречный, Свердловская область), реактор МБИР (г. Димитровград, Ульяновская область). Суммарная стоимость проектов

составляет более 800 млрд. руб., из них на разработку и обоснование технологических решений приходится до 40 % от общей стоимости;

– к 2022 году в мире остановлено более 170 энергоблоков ядерных реакторов. К 2030 году количество остановленных энергоблоков увеличится примерно вдвое, а общее количество объектов, подлежащих выводу из эксплуатации только в Российской Федерации, составит 135 единиц. Данные мероприятия будут проводиться за счёт реализации ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2035 года», бюджет которой составляет более 600 млрд. руб. Опыт реализации предыдущей ФЦП показал, что разработка и внедрение цифровых технологий в области управления инженерными данными сложных промышленно-технологических объектов и программного обеспечения для цифровизации сопровождения задач вывода из эксплуатации позволят снизить финансовые, экологические, экономические, технологические риски;

– технологии интеллектуального управления перетоками и балансами мощности в электроэнергетических системах востребованы на рынке систем управления энергией (EMS систем), объем которого, по данным агентства Fortune Business Insights, составлял 24,7 млрд. долларов в 2021 году с перспективой роста до 60,5 млрд. долларов в 2029 году. Основными игроками на данном рынке являются IBM Corporation, General Electric, Eaton, Schneider Electric. Российские компании на данном глобальном рынке не представлены, на российском рынке основным игроком является АО «Монитор электрик», однако, разработка технологий интеллектуального управления перетоками и балансами мощности данной компанией не ведется. В настоящее время функционал, основанный на технологиях искусственного интеллекта для управления режимами энергосистем, отсутствует в российских SCADA/EMS системах, в то время, как он уже достаточно широко представлен в продукции зарубежных разработчиков. Кроме того, технологии интеллектуального управления перетоками и балансами мощности могут быть отнесены к рынку коммерческих и промышленных микрогридов в части технологий управляемого интеллектуального соединения. По оценкам инфраструктурного центра НТИ, объем мирового рынка микрогридов возрастет с 5 млрд. долларов в 2021 году до 22 млрд. долларов к 2028 году. Объем российского рынка может достичь 175 млрд. рублей к 2028 году в зависимости от сценария роста экономики.

Реализуемые в рамках ПИШ ИнЭС технологические проекты, являются импортозамещающими продуктами с масштабными фронтными задачами, которые не решены в существующих импортных моделирующих комплексах.

Ключевыми преимуществами разрабатываемых математических моделей процессов переработки углеводородного сырья по сравнению с имеющимися на рынке средствами моделирования зарубежных лицензиаров являются следующие:

- учитывают изменение углеводородного состава сырья, а значит, пригодны для использования на разных объектах нефтепереработки, на которых сырье различается значительно;
- учитывают дезактивацию катализаторов в процессе эксплуатации, что позволяет прогнозировать активность и стабильность дорогостоящих каталитических систем на весь

период их работы и более точно решать задачи предиктивной аналитики и эффективного календарного планирования производства;

- пригодны для выбора и тестирования катализаторов, что позволяет решать задачи импортозамещения в области катализаторов нефтепереработки.

Основные направления прикладных исследований и разработок ПИШ ИнЭС будут направлены на цифровую трансформацию ТЭК, включая нефтегазовую, электроэнергетическую, атомную и угольную отрасли, на базе отечественных программно-аппаратных решений и моделирующих платформ для достижения технологической независимости, повышения экономической эффективности и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. В числе приоритетных направлений создание: цифровых моделей вывода из эксплуатации объектов ядерного наследия и замыкания ядерно-топливного цикла; моделирующе-управляющих комплексов для нефтехимических производств и цифровых двойников энергетических систем и энергетических районов.

Реализация научно-исследовательской части программы развития ПИШ ИнЭС позволит сформировать в университете новое научно-технологическое направление и сконцентрировать интеллектуальные, финансовые и административные ресурсы на стратегическом научно-технологическом направлении экономики страны на системном, инженерном и научном уровнях. Таким образом, научно-исследовательская часть программы развития ПИШ ИнЭС, направленная на проведение исследовательской, экспертной и методологической работы в области цифровой трансформации и интеллектуализации прогнозирования и управления энергетической инфраструктурой ТЭК, станет логическим продолжением развития в ТПУ направления «Энергетика». Перечень научных проектов и направлений работы ПИШ ИнЭС приведен в Приложениях.

### **Предлагаемые подходы к решению задач**

Для решения задач научно-исследовательской политики предлагаются следующие подходы:

- Для фокусировки на прикладных исследованиях и разработках, в интересах высокотехнологических компаний и внедрения результатов в отраслях ТЭК все реализуемые проекты будут выполняться с компаниями по совместно разработанным техническим заданиям.
- Для обеспечения постоянного диалога на уровне специалистов и руководителей среднего звена в структуре управления создается технический совет, в котором происходит системная координация процессов по формированию и реализации продуктовой линейки, портфеля R&D проектов, рассмотрение и утверждение предложений о мероприятиях по развитию взаимодействия.
- Утверждение программ совместного технологического развития и кросс-отраслевой трансляции результатов происходит на уровне Наблюдательного совета школы, в который входят управленцы высшего уровня технологических компаний, а также представители органов власти.

- Для обеспечения эффективной предпроектной проработки и усиления взаимодействия также планируется использовать механизм аванпроектов, разработанный ГК «Росатом», в рамках которых средства ПИШ ИнЭС направляются коллективам для детализации требуемых технических и технологических решений, определения параметров требуемой экономической и экологической эффективности и формирования согласованного с партнером технического задания, под которое партнер формирует бюджет.
- Для эффективного вовлечения обучающихся в процесс прикладных исследований и разработок в рамках групповых и индивидуальных проектов необходимо наличие потока таких проектов от компаний-партнеров, для чего основным видом деятельности ПИШ ИнЭС будет процесс прикладного R&D. В рамках взаимодействия высокотехнологические компании-партнеры и школа будут выделять кураторов и наставников для координации выполнения проектов, консультативной и методологической поддержки обучающихся. Защита проектов будет проходить перед комиссиями, обязательно включающими в себя руководителей среднего и верхнего уровня компаний.
- Для картирования знаний и компетенций отраслевой экосистемы, развития отраслевого форсайта и развития экспертной функции предполагается формирование выделенной группы исследователей и экспертов, плотно взаимодействующих с руководителем направления научно-исследовательских проектов, техническим советом и руководителями научных проектов.

### **Ограничения и препятствия достижения целей**

Новый образ университета требует создания отличной от классической научно-исследовательской организации операционной модели, учитывающей необходимость со-настройки с бизнес-процессами ключевых отраслевых партнеров и возможность гибкой синхронной трансформации с ними для адаптации под постоянно меняющиеся внешние обстоятельства и условия. При этом изначальные принципы взаимодействия университетов и промышленных компаний представляют собой диаметрально противоположные культурные системы и типы решаемых задач, что приводит к следующим ограничениям и препятствиям:

- Низкая эффективность бизнес-процессов, низкая скорость принятия и реализации управленческих решений;
- Доминирование исследовательского мышления среди научных групп, в рамках которого фокус внимания направлен на исследование непонятного, на поиск проблем и противоречий. Нехватка технологически мыслящих групп приводит к тому, что нет доводки и полезного применения найденных исследователями эффектов/реакций/моделей;
- Нехватка групп с мышлением, направленным на конструирование технологических решений, обуславливает отсутствие эффективных механизмов для системного поиска и реализации проектов с ранних стадий TRL до уровней взаимовыгодного привлечения промышленных партнеров и внедрения технологий в коммерческое использование;
- Слабая вовлеченность сотрудников в технологическую и исследовательскую повестку компаний, непонимание их реальных задач, проблем и предпосылок к их возникновению также тормозит системную реализацию и коммерциализацию технологических проектов.

## **Пути преодоления ограничений и препятствий достижения целей**

- Создание ПИШ ИнЭС в формате процессного и организационного greenfield с реализацией проектного подхода к прикладным исследованиям и разработкам, включая быструю сборку команд под решение научно-технологических и образовательных задач в парадигме максимальной открытости для вовлечения компетентных специалистов из университета и окружения;
- Сосредоточенность Школы на прикладных исследованиях и разработках без размазывания фокуса внимания коллективов, в том числе благодаря новой системе оценки эффективности научного труда;
- Трансформация основных видов деятельности на базе сквозной цифровизации в соответствии с политиками университета, заявленными в программе развития «Приоритет 2030».

## **Ожидаемые результаты реализации научно-исследовательской политики**

**ПИШ ИнЭС** реализует передовые научно-технологические проекты, способствуя решению фронтальных инженерных задач в области цифровизации и интеллектуализации энергетических отраслей на базе отечественного программного обеспечения и программно-аппаратных решений, включая обеспечение энергетической безопасности и технологического суверенитета страны.

**ПИШ ИнЭС** станет признанным экспертным и технологическим центром формирования политик, норм, стандартов и требований во всех областях энергетики, обеспечивающим координацию системы научной поддержки стратегических решений государства и бизнеса в условиях глобального энергоперехода.

В соответствии с основными устремлениями (п.2.2.2 настоящей Программы развития) в ПИШ ИнЭС реализуются рамочные проекты, в составе которых с учетом финансово-экономических показателей могут выполняться проекты научно-исследовательского характера, образовательного и инфраструктурного характера. Реализуемые в ПИШ ИнЭС рамочные проекты включают:

- рамочный проект: цифровизация атомного энергетического комплекса;
- рамочный проект: Комплексное развитие энергетических систем и технологий распределенной энергетики;
- рамочный проект: цифровые решения для нефтегазового сектора энергетики;
- рамочный проект: кросс-индустриальные цифровые решения на базе отечественных программных комплексов.

### **4.1.1. Программа научных исследований и разработок (Сведения о планируемых научных исследованиях и разработках)**

Название научного исследования и(или) разработки	ГРНТИ	Дата начала	Дата завершения	Задействованные в реализации, высокотехнологичные компании партнёры
Цифровые решения для обеспечения вывода из эксплуатации объектов электроэнергетики (ПИШ-НИР-2022-001)	44.33.01 Общие вопросы	26.10.2022	31.12.2022	ТВЭЛ АО НЕОЛАНТ АО ГК СХК АО ОДЦ УГР АО ГХК ФГУП
Создание импортозамещающей системы технологического моделирования процессов и аппаратов технологий переработки нефти (ПИШ-НИР-2022-002)	61.51.17 Вторичные процессы переработки нефти, нефтепродуктов и производство сырья для нефтехимии	01.11.2022	31.12.2023	ГАЗПРОМНЕФТЬ НТЦ ООО ЮНИДЖАЙН ООО УГНТУ, УГНГУ, УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ФГБОУ ВО
Разработка прототипа системы поддержки принятия решений по планированию процессов добычи нефти и газа (ПИШ-НИР-2022-003)	37.01.75 Экономика, организация, управление, планирование и прогнозирование	28.11.2022	31.12.2022	ГАЗПРОМНЕФТЬ НТЦ ООО
Разработка каталитического модификатора слоевого горения и газификации угля (ПИШ-НИР-2023-004)	44.09.29 Топливо-энергетические ресурсы	03.03.2023	31.12.2023	ИХТТМ СО РАН ИК СО РАН, ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА СО РАН НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ООО
Разработка и внедрение алгоритмов и систем автоматизированного управления технологическими процессами. Этап №2 Разработка специальных приборов контроля технологических переменных на предприятиях ЯТЦ (ПИШ-НИР-2024-005)	59.37.37 Приборы для измерения уровня	15.04.2024	31.12.2026	ТВЭЛ АО СХК АО ГХК ФГУП ПРОРЫВ АО АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО РАСУ АО РАДИЕВЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. В.Г. ХЛОПИНА АО АТОМТЕХЭНЕРГО АО
Создание импортозамещающей системы технологического моделирования процессов и аппаратов технологий переработки нефти (ПИШ-НИР-2024-002)	61.00.00 Химическая технология. Химическая промышленность	01.01.2024	31.12.2027	ГАЗПРОМНЕФТЬ НТЦ ООО ЮНИДЖАЙН ООО УГНТУ, УГНГУ, УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ФГБОУ ВО
Моделирование процесса захоронения CO <sub>2</sub> и биогенерация метана в угольных пластах (ПИШ-НИР-2023-012)	52.47.19 Разработка нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений	25.09.2023	31.12.2023	ГАЗПРОМ НЕФТЬ ПАО

Название научного исследования и(или) разработки	ГРНТИ	Дата начала	Дата завершения	Задействованные в реализации, высокотехнологичные компании партнёры
Цифровые решения для промышленности (ПИШ-НИР-2024-008)	28.17.15 Физическое моделирование	01.04.2024	31.12.2025	ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК ООО
Технологии интеллектуального управления перетоками и балансами мощности в электроэнергетических системах (ПИШ-НИР-2024-007)	44.29.29 Электроэнергетические системы	24.04.2024	31.12.2024	СО ЕЭС АО
Разработка математических моделей и цифровых двойников технологического оборудования замкнутого ядерно-топливного цикла (ПИШ-НИР-2023-010)	28.17.19 Математическое моделирование	01.05.2023	31.12.2023	ПРОРЫВ АО СХК АО
Комплексное развитие энергетических систем и технологий распределенной энергетики (ПИШ-НИР-2023-011)	44.31.35 Промышленная теплоэнергетика и теплотехника	26.06.2023	31.12.2023	ТОМСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ АО ГАЗПРОМ НЕФТЬ ПАО ИНТЕР ПАО ПАО СИГМА ООО
Комплексное развитие энергетических систем и технологий распределенной энергетики (ПИШ-НИР-2024-011)	44.31.35 Промышленная теплоэнергетика и теплотехника	18.01.2024	31.12.2030	ТОМСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ АО ГАЗПРОМ НЕФТЬ ПАО ИНТЕР ПАО ПАО СИГМА ООО
Моделирование процесса захоронения CO <sub>2</sub> и биогенерация метана в угольных пластах (ПИШ-НИР-2024-012)	52.47.19 Разработка нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений	01.03.2024	31.12.2024	ГАЗПРОМ НЕФТЬ ПАО
Адаптация и внедрение ПО среды «ЛОГОС» в энергетическую отрасль страны (ПИШ-НИР-2024-006)	44.01.77 Методы исследования и моделирования. Математические и кибернетические методы	01.02.2024	31.12.2027	ПРОРЫВ АО СХК АО ТВЭЛ АО ИТЦ ДЖЭТ АО ГХК ФГУП ЮНИДЖАЙН ООО
Кибер-физическая среда на базе цифровых двойников энергетических, информационных и коммуникационных систем (ПИШ-НИР-2024-013)	44.29.29 Электроэнергетические системы	01.02.2024	31.12.2025	РОССЕТИ СИБИРЬ ПАО ФОНД ФОРСАЙТ АО РОССЕТИ ТОМСК ПАО
Цифровые решения для нефтегазового сектора энергетики (ПИШ-НИР-2024-009)	44.09.29 Топливо-энергетические ресурсы	15.04.2024	31.12.2024	ГАЗПРОМ НЕФТЬ ПАО ИТЦ ДЖЭТ АО ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК ООО

Название научного исследования и(или) разработки	ГРНТИ	Дата начала	Дата завершения	Задействованные в реализации, высокотехнологичные компании партнёры
Технологии интеллектуального управления перетоками и балансами мощности в электроэнергетических системах (ПИШ-НИР-2023-007)	44.29.29 Электроэнергетические системы	01.05.2023	31.12.2023	СО ЕЭС АО
Адаптация и внедрение ПО среды «ЛОГОС» в энергетическую отрасль страны (ПИШ-НИР-2023-006)	44.01.77 Методы исследования и моделирования. Математические и кибернетические методы	03.03.2023	31.12.2023	ПРОРЫВ АО СХК АО ТВЭЛ АО ИТЦ ДЖЭТ АО ЮНИДЖАЙН ООО ГХК ФГУП
Разработка и внедрение алгоритмов и систем автоматизированного управления технологическими процессами (ПИШ-НИР-2023-005)	50.47.29 Автоматизированные системы управления непрерывными технологическими процессами	03.03.2023	31.12.2023	СХК АО ПРОРЫВ АО ТВЭЛ АО ГХК ФГУП АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО РАСУ АО РАДИЕВЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. В.Г. ХЛОПИНА АО АТОМТЕХЭНЕРГО АО
Цифровые двойники систем пожарной безопасности объектов атомной отрасли (ПИШ-НИР-2023-008)	28.17.15 Физическое моделирование	01.05.2023	31.12.2023	ИТЦ ДЖЭТ АО СХК АО ФГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ
Лаборатория искусственного интеллекта в промышленности (ПИШ-НИР-2024-014)	28.17.15 Физическое моделирование	21.05.2024	31.12.2026	ГАЗПРОМ ПАО ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК ООО ГАЗПРОМ ЦПС ООО
Цифровые двойники композиционных жидких топлив наземного, морского и авиационного назначения и технологий их синтеза (ПИШ-НИР-2023-009)	44.09.29 Топливо-энергетические ресурсы	01.06.2023	31.12.2023	ИТЦ ДЖЭТ АО ГАЗПРОМ НЕФТЬ ПАО ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК ООО

Название научного исследования и(или) разработки	ГРНТИ	Дата начала	Дата завершения	Задействованные в реализации, высокотехнологичные компании партнёры
Аддитивные технологии для предприятий топливно-энергетического комплекса России (ПИШ-НИР-2024-016)	61.61.13 Основные процессы переработки полимеров и полуфабрикатов	01.01.2024	31.12.2030	ТВЭЛ АО ГАЗПРОМ ПАО ГОСКОРПОРАЦИЯ "РОСАТОМ" НК РОСНЕФТЬ ПАО РУССНЕФТЬ ПАО НК ИМПЕРИАЛ ЭНЕРДЖИ ТОМСКГАЗ ООО

#### **4.2. Деятельность в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности**

В основе политики в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности лежит большой опыт реализации крупных проектов в энергетических отраслях с высокотехнологическими компаниями, включая проекты ПАО «ГПН» «Палеозой» по разработке технологии поиска трудноизвлекаемых запасов углеводородов и ГК «Росатом» «Прорыв» по реализации замкнутого ядерного топливного цикла. С использованием прототипа всережимного моделирующего комплекса электроэнергетических систем реального времени разработаны программы развития энергетики Томской и Сахалинской областей. Была создана линейка отечественных цифровых томографов для исследования кернов горных пород, в том числе и в пластовых условиях. Совместно с АО «Системный оператор Единой энергетической системы России» разработаны методы обработки больших данных с целью определения фактических статических характеристик электрической нагрузки по напряжению. Созданы и внедрены комплексные системы роботизированного неразрушающего контроля крупных объектов, включая системы для проекта термоядерного реактора «ИТЭР» и производства запорной арматуры трубопроводов большого диаметра. Объем средств на НИОКР с 2010 г. увеличился 1,5 раза и составил 1,66 млрд руб. в 2021 году.

Университет апробирует различные модели взаимодействия с партнерами, включая синхронизацию стратегий научно-технологического развития, встраивание в операционную деятельность компаний, тесную интеграцию с R&D-подразделениями компаний. Совместно с компанией ПАО «Газпром нефть» и Администрацией Томской области был создан Кроссиндустриальный центр совместных технологических разработок. Также совместно с ПАО «Газпром нефть» была разработана методология создания «Проектного офиса» в университете как управляющего коллективного органа, направленного на повышение плотности кооперации и интеграции университетов и бизнеса в областях технологических разработок и создания тиражируемых решений.

Новая реальность и вызовы, стоящие перед всеми отраслями энергетики, требуют от ТПУ стать платформой технологического развития, которая будет запущена в рамках реализации проекта передовой инженерной школы «Интеллектуальные энергетические системы». Основные

принципы и задачи политики школы в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности включают:

- Создание эффективных механизмов внедрения разработанных технологий в операционную деятельность высокотехнологических компаний энергетического сектора страны;
- Переход к бизнес-логике принятия решений при рассмотрении кандидатных технологических разработок на основе потенциала их внедрения в цепочку формирования ценности высокотехнологической компании;
- Встраивание представителей высокотехнологических компаний в систему управления передовой инженерной школой;
- Развитие отраслевого технологического предпринимательства, системы акселерации проектов совместно с компаниями из окружения, механизмов привлечения инвестиций на отраслевые задачи и их возврата.

Необходимость создания эффективной цепочки трансфера технологий, производства НИОКР обусловлена переходом к бизнес-логике принятия решений при рассмотрении кандидатных технологических разработок на основе потенциала их внедрения в цепочку формирования ценности высокотехнологической компании.

### **Предлагаемые подходы к решению задач**

Для решения задач школы в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности предполагаются следующие подходы:

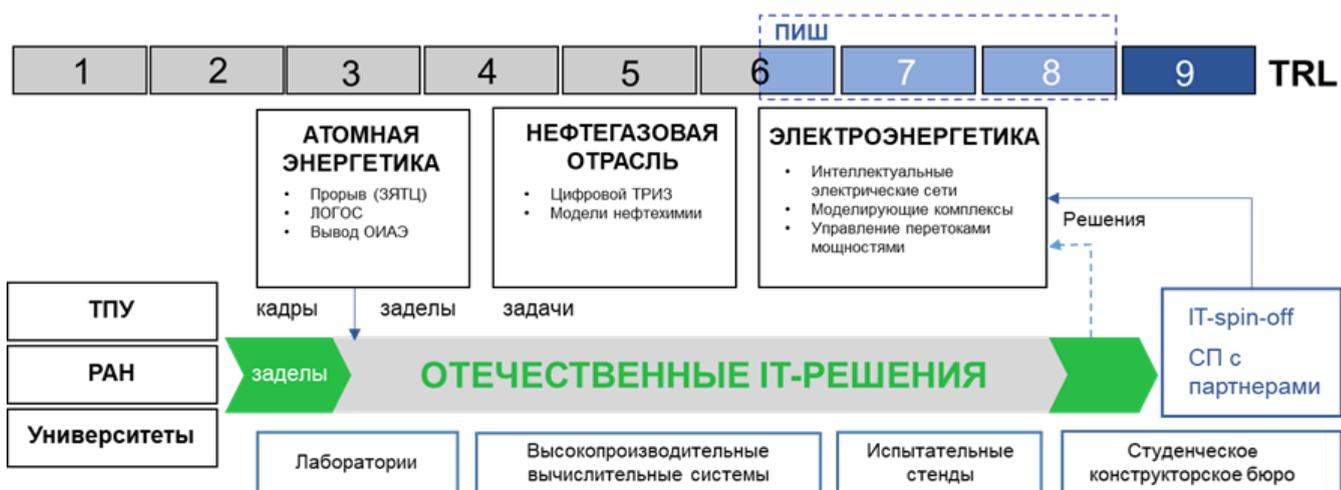
– создание и развитие востребованных на рынке инноваций и инновационных технологий полного цикла любого уровня технологической готовности (от 1 до 9) при участии высокотехнологических компаний – партнёров ПИШ ИнЭС, через коллективные органы управления (Технический совет: формирование программы исследований и разработок, контроль и оперативная корректировка текущих проектов; Наблюдательный совет: утверждение программы исследований и разработок, определение КПЭ проектов);

– обеспечение платформенных решений для индустрии и кросс-отраслевой трансляции лучших практик, интегрирующих для доступного потребления весь набор сервисов и услуг вуза и доступных сценариев акселерации (раскрытия потенциала) предпроектных решений за счет внешней экосистемы вуза;

– формирование бесшовной цепочки создания ценности на основе интеграции бизнес-процессов и имплементации зеркальных элементов систем промышленных партнеров в ПИШ ИнЭС;

– опытно-промышленная апробация разработанных инновационных технологий на собственных научно-производственных участках, включая объекты использования атомной энергии, ядерно- и радиационно опасные объекты, опытное производство, перед внедрением в технологический процесс высокотехнологических компаний – партнёров ПИШ ИнЭС;

- изменение парадигмы работы с результатами интеллектуальной деятельности, развитие форматов и моделей монетизации РИД, в том числе через создание совместных малых инновационных предприятий (спин-офф) с бизнес-компаниями, стартап-движение и технологическое предпринимательство. В рамках реализации программы ПИШ ИнЭС предполагается создание не менее 4-х ИТ спин-оффов совместно с высокотехнологичными компаниями, направленных на массовое внедрение разрабатываемых отечественных ИТ-решений;
- формирование цифровых систем аккумуляции и распространения знаний и результатов научно-технологической деятельности с целью создания единого информационного поля компаний энергетического сектора экономики России;
- возникновение на основе научного и технологического форсайта упакованных продуктов, опережающих текущий уровень индустрии;
- концентрация на основе программного принципа государственного и частного ресурса и его направление на развитие отраслевого научно-исследовательского потенциала;
- создание коммуникационных площадок (клубов) на базе ТПУ для формирования глобальной образовательной и научно-технологической повестки в областях топливно-энергетического комплекса с привлечением опыта Кроссиндустриального центра, совместных технологических разработок и методологии «Проектного офиса».



## Ожидаемые результаты

**ПИШ ИнЭС** перейдет к новым форматам взаимодействия с компаниями энергетических отраслей для повышения скорости прохождения этапов уровня готовности технологий, повысит глобальную конкурентоспособность российских компаний ТЭК, в том числе в области создания и внедрения наукоемких отечественных технологий.

**ПИШ ИнЭС** создаст не менее 4-х спин-офф компаний ИТ-профиля в качестве пилотного решения для оценки потенциала такого механизма в целях широкого кросс-отраслевого внедрения отечественных ИТ-решений во всех отраслях ТЭК.

### 4.3. Образовательная деятельность

Образовательная политика ПИШ ИнЭС базируется на глобальной цели ТПУ, заявленной в программе развития «Приоритет 2030», – стать глобально признанным мультимодельным центром формирования, практики и трансляции перспективных моделей образования, науки и инноваций с целью трансформации научно-технологического и образовательного ландшафта страны. ТПУ имеет большой опыт реализации образовательных программ в области подготовки инженеров для энергетического сектора экономики России. В ТПУ обучаются 8900 студентов, более половины из них - по направлениям подготовки и специальностям ТЭК; реализуется более 106 образовательных программ, более 90% выпускников которых трудоустроены в энергетической области, в том числе в компании, для которых ТПУ является опорным университетом. Образовательные программы ТПУ изначально строятся с учетом понимания места выпускников в цепочке создания ценности реального сектора экономики. Высокий уровень образования в ТПУ подтверждается статусом опорного университета для семи высокотехнологических компаний (ГК «Росатом», ПАО «Роснефть», ПАО «Газпром», АО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева», ОАО «Системный оператор ЕЭС», ПАО «РАО Энергетические системы Востока», ФГУП «НПО «Микроген»).

Основные образовательные программы ПИШ строятся по блочно-модульному принципу, в котором модули являются короткими интенсивами, реализуемыми последовательно. Программа включает в себя модуль саморазвития, специализированные модули, обеспечивающие знаниевую и деятельностную составляющую образования, на первом году обучения. Вторая часть обучения

предполагает специализацию на одном из треков и обеспечивает погружение в индивидуальную и групповую проектную деятельность, формирует понимание цепочки создания ценности в выбранной отрасли, фактически создавая бесшовный переход от имитационных учебных проектов к реальным рабочим проектным задачам к моменту выпуска из магистратуры. Смена форматов деятельности от интенсивного обучения до погружения в проект в период обучения в магистратуре сформирует способность будущего специалиста к профессиональному росту через способность регулярно быстро повышать свою квалификацию и имплементировать полученные знания и навыки в профессиональную деятельность.

Новая реальность и вызовы, стоящие перед всеми отраслями энергетики, требуют от ТПУ стать платформой технологического развития, которая будет запущена в рамках реализации проекта передовой инженерной школы «Интеллектуальные энергетические системы». Основные принципы и задачи образовательной политики школы включают:

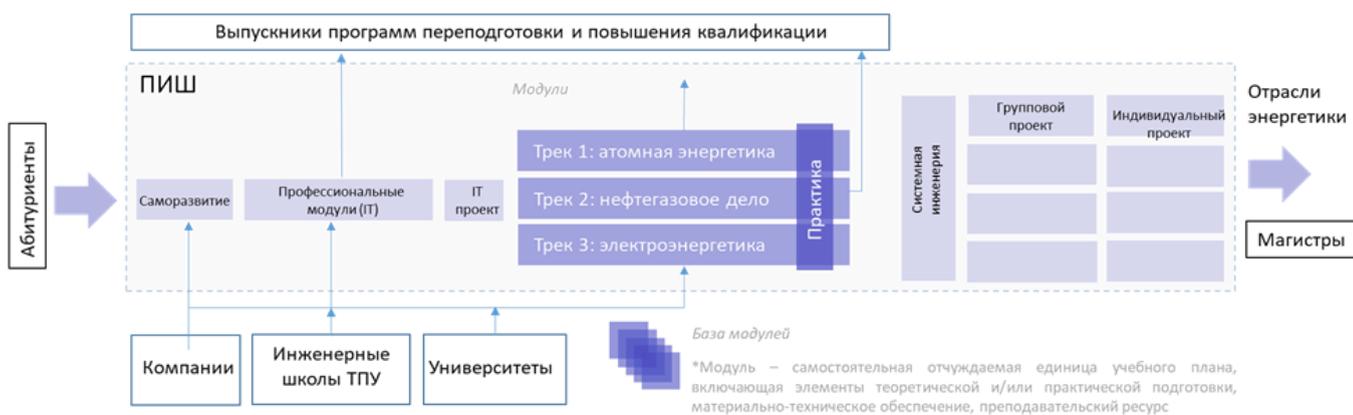
- Создание системы подготовки и переподготовки компетентных профессионалов, владеющих наукоемкими, цифровыми и мультидисциплинарными технологиями, способных работать в кросс-функциональных командах и решать на системном уровне задачи по внедрению и валидации инновационных разработок в энергетической отрасли;
- Обязательное вовлечение обучающихся в прикладные исследования и разработки в рамках реализации ими групповых и индивидуальных проектов;
- Привлечение к преподавательской деятельности в передовой инженерной школе действующих высококвалифицированных инженеров и специалистов высокотехнологических компаний;
- Развитие и внедрение современных педагогических практик, включая игровые образовательные форматы и цифровые технологии;
- Развитие технологического предпринимательства через ролевой характер реализации групповых и индивидуальных проектов;
- Развитие системы эффективных практик и стажировок обучающихся на базе высокотехнологических компаний, включая методическое и методологическое обеспечение данной деятельности;
- Трансформацию образовательных программ в области энергетики других инженерных школ ТПУ на базе лучших практик ПИШ и кросс-отраслевого внедрения отечественных ИТ-решений в образование с учетом вызовов, стоящих перед энергетической отраслью страны;
- Трансформацию бакалавриата ТПУ для обеспечения качественного научно-деятельностного образования с целью преодоления дефицита абитуриентов инженерных магистратур;
- Развитие сетевой формы образования с университетами, не входящими в программу передовых инженерных школ, для трансляции лучших практик и обеспечения массовой подготовки инженеров новой формации.

### **Предлагаемые подходы к решению задач**

Для решения задач школы в области образовательной деятельности предлагаются следующие подходы:

- Переход к новой пирамидальной модели компетенций, в которой на нижнем слое лежат компетенции личной эффективности (инициатива, адаптируемость, способность к обучению, селф-менеджмент), далее академические компетенции, необходимые для работы в инженерии и IT-сфере, критическое и аналитическое мышление; компетенции, формируемые непосредственно в деятельности (работа с инструментами и технологиями, работа в команде, поиск и развитие возможностей и др.); отраслевые технические компетенции энергетических отраслей, подразумевающие системное мышление и инженерную этику, понимание экономики инженерной деятельности в нефтегазовой и атомной отраслях и электроэнергетике, систем контроля и обеспечения качества, безопасности и экологии, универсальные цифровые компетенции отрасли. На верхнем уровне лежат компетенции, которые определяются для отдельных отраслей энергетики. В рамках перехода будет проходить совместное с компаниями построение карт знаний и компетенций, требуемых для специалистов завтрашнего дня, а также средств постановки и оценки компетенций. Для этого в системе управления ПИШ введены роли образовательного менеджера и методического совета, включающего в себя представителей высокотехнологических компаний и специалистов в области развития человеческого капитала.
- Создание основной образовательной мультитрековой магистерской программы в области цифровых технологий в энергетике, которая учтет имеющийся опыт реализации совместных с университетом Хериот-Ватт программ в области нефтегазового дела и будет состоять из последовательности блоков:
  1. Блок саморазвития – формирует навыки собранности обучающегося и представляет собой модули (или модуль) для получения необходимых навыков саморазвития, включая постановку практики письменной рефлексии, групповой (командной) работы и вовлечение в систематическое занятие спортом. Период освоения модуля – 1-3 месяца. Также этот модуль подразумевает выравнивающую подготовку адаптирующего характера (с учетом профессиональной и теоретической базы поступивших) за счет дополнительного включения в учебный план отдельных модулей.
  2. Блок профессиональных модулей, осваиваемых в течение 9-12 месяцев, включает в себя базу знаний IT-отрасли и модули профессиональных навыков. После освоения данного блока обучающиеся выполняют групповой IT-проект энергетической тематики для погружения в систему разделения труда IT-отрасли. Освоение материала идет в формате коротких (до 3-х недель) интенсивов с полным погружением обучающихся. Для контроля движения обучающихся используется практика еженедельной рефлексии.
  3. Блок специализаций (треков) определяет отрасль энергетики, в которой будет работать обучающийся. Блок состоит из коротких интенсивных модулей, изучаемых последовательно. Всего предусмотрено три трека: «Атомная энергетика», «Нефтегазовое дело», «Электроэнергетика». Выбор трека является свободным для обучающегося. Блок модулей специализации включает в себя прохождение практики (стажировки) в высокотехнологической компании.
  4. Модуль «Системная инженерия» – междисциплинарный модуль, формирующий системное мышление инженера.

5. Командный проект выполняется на примере конкретной отраслевой задачи и направлен на умение работать в команде и погружаться в систему разделения труда конкретной энергетической отрасли. Проект подразумевает наличие различных ролей в команде обучающихся, стимулирует поиск решения в логике междисциплинарности, позволяет искать и менять свою роль в команде и развить навыки взаимодействия и групповой рефлексии. В рамках взаимодействия высокотехнологические компании-партнеры и школа будут выделять кураторов и наставников для координации выполнения проектов, консультативной и методологической поддержки обучающихся. Защита проектов будет проходить перед комиссиями, обязательно включающими в себя руководителей среднего и верхнего уровня компаний.
6. Индивидуальный проект направлен на формирование исследовательских компетенций обучающегося и предполагает проведение поисковой исследовательской работы на ранних стадиях TRL, включая проверку гипотез о принципиальной возможности решения конкретной отраслевой задачи теми или иными способами.



- В связи с тем, что важным элементом технологического лидерства Российской Федерации является наличие и уровень развития технологического предпринимательства и внедрения технологий через механизмы стартапов и спин-оффов, в рамках ПИШ ИнЭС внимание будет уделено образовательному треку технологического предпринимательства. В рамках командных проектов на основе кейсов промышленных партнеров обучающиеся должны обеспечить предпроектную бизнес-проработку, включая проведение маркетингового анализа, проверку бизнес-гипотезы, проведение технологического аудита, проектирование бизнес-процессов для будущего производства, бизнес-планирование и инвестиционное планирование.
- В ходе обучения студент проходит серию ассессментов, как в процессе деятельности, так и по результатам работы, включая имитационный формат деловых игр. В цифровой образовательной среде отражается результат и динамика, тематики и результаты проектной работы, отзывы и рекомендации наставников. Подход к оценке обучающихся на образовательных программах передовой инженерной школы основан на трех составляющих: проектно-ориентированной системе оценивания, подразумевающей оценивание в процессе деятельностного движения к целевым показателям проекта или практической задачи, теоретико-ориентированной системе оценивания и оценивания мотивации на саморазвитие, бонусирование и стимулирование достижений более высокого (сложного) порядка.

Обратную связь обучающийся получает в виде рекомендаций наставника / руководителя программы / руководителя элемента практической подготовки; внешней рецензии от носителей практического опыта реализации проекта / кейса; собственной рефлексии, самооценки и выводов.

- Для возможности активного вовлечения действующих инженеров и ведущих специалистов высокотехнологических компаний в образовательный процесс в его основе лежат короткие интенсивные модули продолжительностью до 3-х недель. Также предполагается совместная разработка методических и методологических решений для проведения практик (стажировок) обучающихся в высокотехнологических компаниях с описанием ролей наставников и кураторов. Для проведения этой работы в ПИШ предусмотрена площадка методического совета.
- С целью опережающей цифровой трансформации энергетического комплекса страны на базе ПИШ ИнЭС будет реализовано более 30 программ дополнительного образования, состоящих из коротких интенсивных модулей, комплементарных программам основного образования, что позволяет одновременное обучение студентов и переподготовку действующих специалистов в «одной аудитории», развивая неформальные горизонтальные связи и обмен опытом.
- ПИШ ИнЭС создается в формате процессного и операционного greenfield для апробации новых образовательных технологий и дальнейшей их трансляции в образовательное пространство университета. В рамках реализации программы ПИШ будут также трансформированы образовательные программы инженерных школы энергетики и ядерных технологий для обеспечения всех отраслей специалистами, соответствующими по уровню своей подготовки вызовам, стоящим перед энергетическим сектором страны, например, при реализации проекта замыкания ядерного топливного цикла и запуска в эксплуатацию ОДЭК «Брест-300» (проект «Прорыв» ГК «Росатом»). Образовательный процесс будет перестроен по подобию процесса ПИШ, но с доминированием отраслевой специфики, а не ИТ-направления.
- Для развития сетевой формы обучения и трансляции лучших практик будет запущена программа профессиональной переподготовки преподавателей инженерных дисциплин энергетических отраслей из различных университетов страны. Программа будет состоять из набора коротких интенсивов и групповой проектной работы. Обучающиеся на программе будут выступать кураторами групп магистрантов при выполнении ими командного проекта;
- Для разгрузки от интенсивной образовательной деятельности обучающихся в ПИШ ИнЭС предусмотрены практики развития тела и духа, а также здорового образа жизни, основными из которых являются спортивные занятия на базе спортивной инфраструктуры ТПУ и других участников консорциума «Большой университет Томска».
- Образовательное пространство предполагает, что студенты остаются частью системы ПИШ и связаны с ней и после выпуска. Выпускники ПИШ получают льготные условия по переподготовке и повышению квалификации и могут привлекаться к работе над R&D проектами или к преподаванию.

## **Ограничения и препятствия достижения целей**

Новый образ университета требует создания операционной модели, отличной от классической образовательной организации, учитывающей необходимость настройки на бизнес-процессы ключевых отраслевых партнеров и возможность гибкой синхронной трансформации с ними для адаптации под постоянно меняющиеся внешние обстоятельства и условия. При этом изначальные принципы взаимодействия университетов и промышленных компаний представляют собой диаметрально противоположные культурные системы и типы решаемых задач, что приводит к следующим ограничениям и препятствиям:

- Слабая вовлеченность преподавателей и сотрудников ТПУ в технологическую и исследовательскую повестку компаний, непонимание их реальных задач, проблем и предпосылок к их возникновению, в том числе в кадровой политике тормозит системную реализацию образовательных проектов;
- Низкая эффективность бизнес-процессов в ТПУ, низкая скорость принятия и реализации управленческих решений;
- Доминирование мышления, в котором построение образовательных программ идет в процессной логике и опирается на возможности и интересы узкого круга лиц, реализующих эту программу, без учета потребностей и запросов как высокотехнологических компаний, так и обучающихся.
- Слабая сетевая связанность университетов, реализация образовательных программ в автономном режиме без трансляции и тиражирования лучших практик.

### **Пути преодоления ограничений и препятствий достижения целей**

- Создание ПИШ ИнЭС в формате процессного и организационного greenfield с реализацией проектного подхода к образовательным программам, включая быструю сборку команд в парадигме максимальной открытости для вовлечения компетентных специалистов из университета и окружения;
- Формирование линейного графика учебного процесса в формате, предусматривающем максимально возможное вовлечение инженеров и ведущих специалистов высокотехнологических компаний, включая создание площадок методического совета и выделение роли образовательного менеджера;
- Создание, развитие и тиражирование мультимодельной образовательной среды в ТПУ в рамках программы развития «Приоритет 2030» совместно с членами консорциума «Новое инженерное образование»;
- Трансформация основных видов деятельности ТПУ на базе сквозной цифровизации в соответствии с политиками университета, заявленными в программе развития «Приоритет 2030».

### **Ожидаемые результаты реализации образовательной политики**

**ПИШ ИнЭС** сформирует центр компетенций по подготовке инженеров новой формации для всех отраслей ТЭК, интегрированных в бизнес-процессы создания ценности и технологическую политику компании, обеспечивающих опережающую цифровую трансформацию отрасли на базе отечественных программных продуктов и кросс-отраслевого внедрения;

**ПИШ ИнЭС** станет центром образовательной сети в области интеллектуальной и цифровой энергетики, состоящей из университетов, институтов РАН и высокотехнологических компаний, обеспечивая тиражирование и трансляцию лучших практик, развитие экспорта образования и продвижения интересов российских компаний за рубежом;

**ПИШ ИнЭС** обеспечит развитие, реализацию и тиражирование новой парадигмы образования в области энергетики, основанной на системном подходе и понимании целостной цепочки создания ценности во всех отраслях ТЭК;

**ПИШ ИнЭС** станет крупным пилотным проектом трансформации ТПУ и перехода к мультимодельной образовательной среде в соответствии со стратегическими целями университета.

#### **4.3.1. Перечень планируемых к разработке и внедрению новых образовательных программ высшего образования и дополнительного профессионального образования для опережающей подготовки инженерных кадров**

Название образовательной программы	Специальность и направления подготовки	Тип программы	Дата начала реализации образовательной программы	Дата завершения реализации образовательной программы	Задействованные в реализации, высокотехнологические компании партнёры
Управление образовательными продуктами: проектирование, запуск, продвижение		Дополнительное профессиональное образование	01.09.2022	31.12.2030	УК НОЦ РБ АНО
Цифровая энергетика в нефтегазовой отрасли	Электроэнергетика и электротехника	Магистратура	01.09.2023	31.12.2030	ГАЗПРОМНЕФТЬ НТЦ ООО РОССЕТИ СИБИРЬ ПАО
Интеллектуальные энергетические системы	Информатика и вычислительная техника	Магистратура	01.09.2023	31.12.2030	СХК АО ПРОРЫВ АО РОССЕТИ СИБИРЬ ПАО НЕОЛАНТ АО ГК СО ЕЭС АО ИТЦ ДЖЭТ АО
Управление режимами электроэнергетических систем	Электроэнергетика и электротехника	Магистратура	01.09.2023	31.12.2030	РОССЕТИ СИБИРЬ ПАО СО ЕЭС АО
Цифровая трансформация в электроэнергетике		Дополнительное профессиональное образование	18.07.2023	31.12.2030	ГАЗПРОМНЕФТЬ НТЦ ООО РОССЕТИ СИБИРЬ ПАО СО ЕЭС АО

Название образовательной программы	Специальность и направления подготовки	Тип программы	Дата начала реализации образовательной программы	Дата завершения реализации образовательной программы	Задействованные в реализации, высокотехнологичные компании партнёры
Изотопные и радиохимические технологии	Ядерные физика и технологии	Магистратура	01.09.2023	31.12.2030	СХК АО ПРОРЫВ АО
Интеллектуальные системы и технологии	Информатика и вычислительная техника	Бакалавриат	01.09.2024	31.12.2030	ЮНИДЖАЙН ООО ГНЦ РФ ТРИНИТИ АО СХК АО ТВЭЛ АО ПРОРЫВ АО ГАЗПРОМНЕФТЬ НТЦ ООО РОССЕТИ СИБИРЬ ПАО ГХК ФГУП
Цифровизация технологических процессов ЗЯТЦ		Дополнительное профессиональное образование	01.02.2025	31.12.2030	СХК АО ПРОРЫВ АО ТВЭЛ АО
Устройства сопряжения объектов ВИЭ и СНЭ на базе силовой полупроводниковой техники		Дополнительное профессиональное образование	10.04.2024	31.12.2030	СО ЕЭС АО РОССЕТИ СИБИРЬ ПАО
Научный инжиниринг	Нефтегазовое дело	Магистратура	01.09.2023	31.12.2030	ГАЗПРОМНЕФТЬ НТЦ ООО
Эксплуатация АЭС с реакторами на быстрых нейтронах		Дополнительное профессиональное образование	09.11.2022	31.12.2030	СХК АО ТВЭЛ АО ПРОРЫВ АО
Фабрикация ядерного топлива		Дополнительное профессиональное образование	15.11.2022	31.12.2030	СХК АО ТВЭЛ АО ПРОРЫВ АО
Радиоэкология		Дополнительное профессиональное образование	01.09.2025	31.12.2030	СХК АО ПРОРЫВ АО

Название образовательной программы	Специальность и направления подготовки	Тип программы	Дата начала реализации образовательной программы	Дата завершения реализации образовательной программы	Задействованные в реализации, высокотехнологичные компании партнёры
Цифровые технологии в проектировании объектов подготовки и переработки нефти и газа		Дополнительное профессиональное образование	03.03.2023	31.12.2030	РН-БАШНИПИНЕФТЬ ООО ТОМСКНИПИНЕФТЬ АО
Изучение и наладка защиты шкафов типа ШЭ2607		Дополнительное профессиональное образование	02.10.2023	31.12.2030	ГАЗПРОМНЕФТЬ НТЦ ООО РОССЕТИ СИБИРЬ ПАО

#### **4.3.2. Организация прохождения студентами, осваивающими программы магистратуры ("технологическая магистратура"), практик и (или) стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками, за счет предоставленных грантов**

Для организации практик в структуре ПИШ создается методический совет с участием представителей компаний, одной из задач которого является разработка единой методической и методологической базы прохождения практик обучающимися, принципов выбора наставников на предприятиях, принципов работы кураторов практик из числа сотрудников ПИШ, а также определение форматов контроля успешности освоения программы практики.

Для обучения работе со специализированным оборудованием, особенно в случае вредных и опасных производств или при подготовке к деятельности на еще незапущенных предприятиях (Брест-300 ОД), обучающиеся ПИШ будут проходить стажировки на базе VR-лабораторий и учебных центров компаний с использованием цифровых двойников, в том числе создаваемых в процессе интеграции ПИШ и индустриального партнера.

#### **4.3.3. Принципы отбора кандидатов на обучение в передовой инженерной школы**

Ключевым принципом отбора в ПИШ является ориентация на талантливых и мотивированных абитуриентов. Наряду с фундаментальными знаниями, владением иностранными языками и наличием портфолио планируется проведение собеседований и сбор мотивационных писем для определения амбиции саморазвития и самореализации с целью качественного изменения ситуации в энергетической отрасли, развития цифровых отраслевых продуктов.

Поступление в ПИШ на основную образовательную программу доступно для выпускников технических бакалавриатов/специалитетов, обладающих базовыми знаниями естественных наук и инженерии и ИТ-компетенциями. Алгоритм подачи заявлений предполагает заочную подачу заявлений; прохождение тестов для проверки уровня знаний, владения иностранными языками и основами цифровых технологий; прохождение собеседований, решения кейсов и деловых игр для оценки степени мотивации и личных качеств абитуриентов.

Поступление в ПИШ на программы дополнительного образования доступно для всех желающих, обладающих уровнем знаний (образования), достаточным для освоения программы повышения квалификации или переподготовки. Каждый отдельный модуль, реализуемый в основных программах в форме короткого интенсива, является коротким курсом дополнительного образования. Студенты инженерных школ ТПУ, обучающиеся на энергетических специальностях, будут иметь преференции при поступлении на дополнительные образовательные программы в ПИШ.

#### **4.3.4. Трудоустройство выпускников передовой инженерной школы**

ПИШ определяет своей задачей создание условий, содействующих «бесшовному» встраиванию выпускников в технологические и операционные цепочки создания ценности высокотехнологических компаний. Обеспечение плотного контакта обучающихся и представителей компаний – потенциальных работодателей осуществляется через следующие мероприятия:

- Инженеры и ведущие специалисты высокотехнологичных компаний активно вовлечены в образовательный процесс в качестве преподавателей, наставников и кураторов;
- Защиты командных проектов носят открытый характер и проходят с участием руководящего состава высокотехнологичных компаний;
- Стажировки и практики в высокотехнологичных компаниях, которые в период обучения в магистратуре проходят 100% обучающихся, в том числе с привлечением ассоциаций выпускников ТПУ в компаниях;
- Создание в ПИШ «зеркальных структур» компаний для погружения в корпоративную культуру и осознанного выбора работодателя и работника.

#### **4.3.5. Участие школьников в деятельности передовой инженерной школы в целях ранней профессиональной ориентации**

ПИШ «Интеллектуальные энергетические системы» определяет своей задачей создание условий, содействующих «бесшовному» встраиванию выпускников в технологические и операционные цепочки создания ценности высокотехнологических компаний, для чего важным является обеспечение плотного контакта обучающихся и представителей компаний – потенциальных работодателей, что осуществляется через следующие мероприятия, в том числе на уровне довузовской работы и профориентации:

- Инженеры и ведущие специалисты высокотехнологичных компаний активно вовлечены в образовательный процесс в качестве преподавателей, наставников и кураторов;
- Профориентация носит открытый характер и проходят с участием представителей высокотехнологичных компаний;
- Создание в ПИШ «зеркальных структур» компаний для погружения в корпоративную культуру и осознанного выбора работодателя и работника.
- Оборудование и программное обеспечение, используемое в ТПУ и ПИШ «Интеллектуальные энергетические системы» в образовательном и научно-

исследовательском процессе может быть использовано в профориентационной работе, при условии его безопасности для лиц, не достигших совершеннолетия и прохождения ими соответствующих инструктажей по технике безопасности.

Для эффективной профориентации и формирования интереса к инженерному треку профессиональной деятельности будут запланированы:

- Демонстрация реальных результатов реализации проекта ПИШ: разработанные и внедренные решения; перспективные проекты с предприятиями реального сектора; примеры работы над задачами, поставленными на уровне государства, отрасли, региона; примеры достигнутой технологической и экономической эффективности; истории успеха студентов, обучающихся по инновационным программам; примеры сетевого взаимодействия; подготовка аналитических и экспертных материалов и т.п.
- Привлечение промышленных партнеров для работы с ПИШ.
- Привлечение лучших преподавателей, научных сотрудников, практикующих специалистов для работы в ПИШ через демонстрацию и аргументацию преимуществ и результатов такого сотрудничества.
- Привлечение в ПИШ талантливых обучающихся, формирование репутации ПИШ как топовых образовательных институции с точки зрения качества обучения, качества комьюнити, возможностей личностного развития и построения дальнейшей жизненной траектории.

План мероприятий на очередной календарный год по привлечению школьников к деятельности передовой инженерной школы подлежит рассмотрению и утверждению Коллегиальными органами управления Передовой инженерной школы «Интеллектуальные энергетические системы» (Методический совет, Наблюдательный совет) до 31 августа предыдущего года.

### **Информация о количестве школьников, принявших участие в деятельности передовых инженерных школ в целях ранней профессиональной ориентации, по мероприятиям**

№	Группы, в том числе виды мероприятий	Название мероприятия / проекта	Направление деятельности ПИШ	Количество школьников, принявших участие в деятельности передовых инженерных школ в целях ранней профессиональной ориентации, человек							
				2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Инженерная/проектная подготовка			65	65	65	65	65	65	65	65
1.2	инженерные/проектные школы			50	50	50	50	50	50	50	50
1.2.1	Проектная деятельность в IT-направленности; Проектная деятельность в нефтегазовой отрасли; Проектная деятельность в электроэнергетике		09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"; 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"; 14.04.02 "Ядерные физика и технологии"; 21.04.01 "Нефтегазовое дело"	50	50	50	50	50	50	50	50
1.5	учебные лагеря			15	15	15	15	15	15	15	15
1.5.1	Летняя смена лагеря «Загляни в свое будущее» на базе ТПУ		09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"; 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"; 14.04.02 "Ядерные физика и технологии"; 21.04.01 "Нефтегазовое дело"	15	15	15	15	15	15	15	15
2	Образовательная деятельность			15	45	70	80	100	120	130	140

№	Группы, в том числе виды мероприятий	Название мероприятия / проекта	Направление деятельности ПИШ	Количество школьников, принявших участие в деятельности передовых инженерных школ в целях ранней профессиональной ориентации, человек							
				2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
2.6	лекции			15	45	70	80	100	120	130	140
2.6.1	Образовательный мастер-класс "Радиохимия"		14.04.02 "Ядерные физика и технологии"	15	45	70	80	100	120	130	140
<b>3</b>	<b>Профильные олимпиады</b>			<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
3.1	олимпиада			30	30	30	30	30	30	30	30
3.1.1	Проведение олимпиады "Прорыв" в вузах-партнерах ТПУ		09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"; 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"; 14.04.02 "Ядерные физика и технологии"; 21.04.01 "Нефтегазовое дело"	30	30	30	30	30	30	30	30
3.7	викторины			30	30	30	30	30	30	30	30
3.7.1	Профильная олимпиада "IT-ЭНЕРГЕТИКА"		09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>4</b>	<b>Профориентационные мероприятия для школьников</b>			<b>310</b>	<b>330</b>	<b>355</b>	<b>395</b>	<b>425</b>	<b>455</b>	<b>495</b>	<b>535</b>
4.1	день открытых дверей в ПИШ			40	40	40	40	40	40	40	40
4.1.1	День открытых дверей для программ IT-направленности; Экскурсии по лабораториям IT-направленности; Экскурсии на исследовательский реактор ТПУ (ИРТ-Т)		09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"; 14.04.02 "Ядерные физика и технологии"	40	40	40	40	40	40	40	40
4.2	профориентационные экскурсии в ПИШ или высокотехнологичные предприятия			45	45	45	45	45	45	45	45
4.2.1	"Техно-тур": молодежный технологический фестиваль (г. Томск), включающий презентационные зоны от крупнейших компаний России с научными разработками		09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"; 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"; 14.04.02 "Ядерные физика и технологии"; 21.04.01 "Нефтегазовое дело"	45	45	45	45	45	45	45	45
4.3	посещение профильных выставок, фестивалей, конференций			45	45	45	45	45	45	45	45
4.3.1	Участие школьников в конференции "Интеллектуальная энергетика"		09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"; 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"; 14.04.02 "Ядерные физика и технологии"; 21.04.01 "Нефтегазовое дело"	45	45	45	45	45	45	45	45
4.4	профориентационные встречи (в ПИШ, вузе, школе и др.)			180	180	180	180	180	180	180	180
4.4.1	Форум призеров и победителей школьных олимпиад		14.04.02 "Ядерные физика и технологии"; 21.04.01 "Нефтегазовое дело"	180	180	180	180	180	180	180	180
4.5	он-лайн коммуникации ПИШ-школьники /профориентационная работа в социальных сетях			0	20	45	85	115	145	185	225
4.5.1	Онлайн-встречи с описанием образовательных программ ТПУ		09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"; 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"; 14.04.02 "Ядерные физика и технологии"; 21.04.01 "Нефтегазовое дело"	0	20	45	85	115	145	185	225

#### 4.4. Кадровая политика

Отличительная особенность ТПУ в части реализации политики управления человеческим капиталом связана с произошедшей в 2009–2017 гг. структурной трансформацией университета с переходом от традиционной факультетской и кафедральной системы к научно-образовательным институтам, а в последующем к четырем типам школ, включая 6 инженерных школ по основным научно-образовательным направлениям. Среди задач реструктуризации – повышение уровня базового образования будущих инженеров и исследователей, подготовка технологических предпринимателей, фокусировка на подготовке высококвалифицированных инженеров, повышение эффективности аспирантуры.

В настоящее время в университете более 3900 сотрудников. Соотношение основного и вспомогательного персонала составляет 35/65. Среди них 6 академиков и членов-корреспондентов РАН, 284 доктора наук и 1190 кандидатов наук. Уровень острепенности НПР – 75%. Средний возраст НПР – 45 лет. С целью развития человеческого капитала ежегодно реализуется более 60 программ повышения квалификации. Доля НПР, принявших участие в программах международной и внутрироссийской академической мобильности, выросла в 2,6 раза – до 83%. В 2014 г. ТПУ впервые в России внедрил систему эффективного контракта для НПР, что позволило существенно повысить эффективность работы персонала по основным видам деятельности.

Новый этап развития кадрового потенциала ТПУ связан с началом реализации программы «Приоритет 2030», основной фокус кадровой политики которой направлен на повышение эффективности и качества работы персонала. Важной задачей является трансформация корпоративной культуры университета с фокусом на повышение открытости ТПУ, увеличение плотности кооперации внутри и вне университета, антрепренеризацию деятельности сотрудников, а также прозрачную и справедливую систему мотивации эффективного труда.

Для этого в рамках реализации проекта передовой инженерной школы «Интеллектуальные энергетические системы» определены основные принципы и задачи кадровой политики:

- 100% научно-педагогического персонала школы вовлечены в проведение прикладных исследований и разработок;
- Вспомогательные процессы организованы по сервисной модели;
- Проектная сборка команд исследователей и разработчиков с широким вовлечением внешних высококвалифицированных специалистов из высокотехнологических компаний и организаций РАН;
- Привлечение инженеров и высококвалифицированных специалистов из высокотехнологических компаний и организаций РАН в качестве преподавателей и наставников;
- Формирование корпоративной культуры школы в парадигме открытости и поиска взаимовыгодных решений для университета и компании.

## **Предлагаемые подходы к решению задач**

- формирование гибкой модели занятости основного персонала и внешних специалистов через организацию образовательного процесса в формате коротких интенсивных модулей;
- формирование комплексной системы мотивации основного персонала и сервисных служб, которые учитывают характер вида деятельности и эффективность каждого сотрудника, включая развитие системы социальных лифтов;
- снижение непроизводительных затрат времени и повышение производительности труда путем внедрения моделей сквозной цифровизации бизнес-процессов школы и современных цифровых сервисов;
- повышение плотности кооперации с высокотехнологическими партнерами на основе регулярных стажировок и повышения квалификации на базе партнеров, координации взаимодействия на площадках технологического и методического советов, создания зеркальных структур компаний в ПИШ ИнЭС.

### **Ожидаемые результаты реализации кадровой политики**

**ПИШ ИнЭС**, признавая индивидуальность творческого труда, сформирует и внедрит модель гибкой занятости научно-педагогического персонала, обеспечивающую 100% участие сотрудников в исследовательской деятельности и возможность распределять рабочее время и усилия между учебно-методической, научно-исследовательской, инновационно-технологической и административно-управленческой видами деятельности.

**ПИШ ИнЭС** сформирует систему выстраивания индивидуальных траекторий развития на базе системы материальной и нематериальной мотивации эффективной и качественной работы.

**ПИШ ИнЭС** создаст тиражируемые модели повышения эффективности и качества работы персонала за счёт внедрения сквозных цифровых технологий, сервисов и платформ, а также вовлечения обучающихся в бизнес-процессы школы.

**ПИШ ИнЭС** сформирует и внедрит модели координации кадровой политики с высокотехнологическими компаниями для обеспечения наиболее эффективного развития суммарного человеческого капитала, включая модели аутстаффинга для преподавания в школе и наставничества в компании.

**ПИШ ИнЭС**, признавая имманентную корпоративную мультикультурность университета, перейдет к новой культуре, учитывающей модели построения бизнес-процессов и корпоративные ценности партнеров.

**ПИШ ИнЭС**, как процессный и организационный greenfield, реализует функцию пилотной площадки для апробации и трансляции лучших практик развития человеческого капитала на структурные подразделения университета.

#### **4.4.1. Информация о проведении повышения квалификации и (или) профессиональной переподготовки, в том числе в форме стажировки на базе высокотехнологичных компаний, управленческих команд и профессорско-преподавательского состава передовых инженерных школ и образовательных организаций высшего образования, реализующих образовательные программы инженерного профиля по специальностям и направлениям подготовки высшего образования для подготовки инженерных кадров**

Ключевой особенностью ТПУ на протяжении всей 126-летней истории является тесное взаимодействие с индустрией. Число выпускников, распределенных на отечественные предприятия, к настоящему времени превысило 170 000, а по объемам привлечения внебюджетных средств от контрактов с индустриальными партнерами ТПУ занимает лидирующие позиции среди университетов страны. По версии Forbes, ТПУ входит в топ-10 университетов России по востребованности выпускников. Такие результаты могут быть достигнуты только при наличии высококвалифицированных педагогических и научных кадров.

Повышение квалификации сотрудников представляет собой целенаправленное непрерывное совершенствование и развитие компетенций, направленное на соответствие квалификации сотрудников меняющимся условиям профессиональной деятельности и социальной среды. В последние годы ТПУ, являясь национальным исследовательским университетом и участником Программы «5-100», преимущественно концентрировался на программах международной и внутрироссийской академической мобильности для развития исследовательских компетенций сотрудников. Ежегодно участниками этих программ становилось более 600 НПР. Вызовы нового времени требуют от ТПУ фокусировки на создании и внедрении разработок совместно с высокотехнологическими компаниями и подготовке специалистов, готовых к «бесшовному» встраиванию в операционную деятельность и бизнес-процессы компаний.

**В рамках реализации ПИШ ИнЭС** планируется проведение повышения квалификации, профессиональной переподготовки, в том числе в форме стажировок на базе высокотехнологичных компаний для НПР, сервисных служб ПИШ и управленческой команды ПИШ.

Стажировки нацелены на формирование практических навыков создания и использования инженерных продуктов, процессов и систем, а также на знакомство с актуальными задачами и потребностями производства с целью модернизации основных образовательных программ.

Разработка программ стажировок на базе высокотехнологических компаний и корпоративных университетов будет реализовываться на базе методического совета ПИШ с участием руководителя направления образовательных проектов и руководителя направления научно-исследовательских проектов. Для каждой стажировки (типовой или уникальной) будет определяться набор целей, задач, ресурсов и формат её проведения для максимальной эффективности. Приоритетными направлениями повышения квалификации и стажировок ПИШ ИнЭС будут: освоение производственных технологий и специализированного программного обеспечения компаний, погружение в операционные и бизнес-процессы, а также в корпоративную

культуру и модель принятия решений. Стажировки в высокотехнологических компаниях пройдут 100% ключевых сотрудников ПИШ.

Для трансляции и тиражирования лучших практик ПИШ сотрудники других инженерных университетов смогут обучаться и стажироваться по разработанным совместно с высокотехнологическими компаниями программам, что будет способствовать горизонтальному взаимодействию специализированных вузов.

#### **4.5. Инфраструктурная политика**

Стратегическая цель инфраструктурной политики ПИШ ИнЭС – внедрить модели эффективного управления финансовыми средствами и пространством для формирования научно-образовательной среды, обеспечивающей возможность проведения исследований и разработок мирового уровня, подготовки инженеров новой формации, максимальной интеграции с бизнес-партнёрами и гармоничного развития личности.

На балансе ТПУ закреплено 243 объекта недвижимого имущества площадью более 335 000 квадратных метров, в том числе 28 учебных корпусов, 15 общежитий, более 30 объектов социальной и спортивной инфраструктуры. Научные мегаплощадки ТПУ включают Центр коллективного пользования аналитическим оборудованием, Исследовательский ядерный реактор, комплекс ускорителей, включая циклотрон, Научный парк, Инжиниринговый центр, НИЦ «Экоэнергетика 4.0», Центр аддитивных технологий и робототехники, геологический полигон в Хакасии. Приборная база насчитывает более 1,5 тыс. единиц современного оборудования на сумму 1,17 млрд руб. Цифровая инфраструктура ТПУ представляет собой сервисную модель, автоматизирующую деятельность всех основных бизнес-процессов университета, с консолидацией данных в единой базе Oracle, которая обеспечивает гибкую политику безопасности и высокую степень надежности. В ТПУ 135 компьютерных классов, 300 аудиторий оснащены оборудованием для обучения с применением видео-конференц-связи.

ПИШ ИнЭС создается как новое структурное подразделение университета с проектной численностью НТР до 150 человек и одновременным обучением до 700-800 студентов в год. С целью ускорения процесса запуска ПИШ ИнЭС её инфраструктурное обеспечение, включая пространство кампуса, целесообразно организовать по трем параллельным направлениям.

##### **1. Повышение эффективности использования имеющейся ресурсной и инфраструктурной базы ТПУ**

С учетом имеющейся инфраструктуры университета, в том числе по тематике создаваемой передовой инженерной школы, первоочередной задачей становится развитие системы управления кампусом, повышение эффективности использования имущественного комплекса и оптимизация расходов на его содержание и эксплуатацию. Для ПИШ ИнЭС предусматривается выделение отдельного образовательного пространства, в котором школа сможет существовать в формате операционного и процессного greenfield.

##### **2. Привлечение инфраструктуры «внешнего контура»**

Создание передовой инженерной школы предусматривает повышение плотности кооперации с высокотехнологическими компаниями и другими университетами. Эти взаимодействия предполагают в том числе активное использование их инфраструктуры при организации образовательного процесса и выполнении исследовательских работ.

ПИШ ИнЭС, как структурное подразделение ТПУ имеет уникальную возможность расширения имеющейся материально-технической базы за счет использования потенциала университетов и научных организаций «Большого университета Томска». В настоящее время Консорциум объединяет 18 организаций-партнеров, в том числе 7 вузов и 11 академических институтов. В 2021 году организациями Консорциума подписана Хартия «Большого университета Томска», в которой утверждены базовые принципы совместной работы, включая конструирование общего образовательного пространства, развитие совместных программ дополнительного образования, совместной системы трудоустройства выпускников, общих платформ дистанционного образования.

Дополнительное расширение возможностей ПИШ ИнЭС предусмотрено за счет взаимовыгодного использования инфраструктуры, ресурсной и методической базы университетов партнеров (Раздел 5 Программы развития).

Отличительная особенность программы создания ПИШ ИнЭС – организация партнерств с крупнейшими высокотехнологическими компаниями России (Раздел 5 Программы развития). Важным этапом является создание постоянных представительств ТПУ на территории компаний-партнеров. Это позволяет удовлетворить потребности ПИШ ИнЭС как за счет инфраструктуры, находящейся непосредственно на производстве, так и получая доступ к специализированному оборудованию и стендам корпоративных университетов.

Так, предусматривается участие ПИШ ИнЭС в организации работы создаваемого на Сибирском химическом комбинате (входит в топливную компанию Росатома «ТВЭЛ» и является партнером ПИШ ИнЭС) учебно-тренировочного и информационного центра (УТИЦ) уникального ядерного проекта «Прорыв». В состав УТИЦ будет входить аналитический тренажер модуля фабрикаци/рефабрикаци ядерного топлива и модуля переработки ОЯТ, полномасштабный тренажер и аналитический тренажер (инженерный симулятор) энергоблока с реакторной установкой БРЕСТ-ОД-300. В УТИЦ будет организовано семь лабораторий для отработки технических навыков и восемь классов теоретической подготовки персонала ОДЭК – классы электрических машин и коммутационных аппаратов, изучения химических технологий, гражданской обороны и пожарной безопасности.

### **3. Создание новых объектов кампуса и инфраструктуры**

В соответствии с Программой развития ПИШ ИнЭС создается как новое структурное подразделение ТПУ в формате процессного и организационного greenfield. Это, в том числе, предопределяет возможность создания принципиально новых пространств для организации основных бизнес-процессов школы. В частности, будет проведена реконструкция и модернизация объектов кампуса с целью создания универсального трансформируемого пространства,

включающего современные аудиторные помещения, выделенные зоны коммуникации, рекреации, научные лаборатории с современной цифровой средой.

Предусматривается активное использование создаваемого в Томске по Постановлению Правительства РФ межвузовского студенческого кампуса, включающего гостиницы на десять тысяч мест (размещение специалистов компаний), физкультурно-оздоровительный комплекс и многофункциональный учебный центр. В кампусе также будут расположены инжиниринговые центры, технологические коворкинги.

В части развития цифровой инфраструктуры предусмотрено создание облачной цифровой масштабируемой и тиражируемой Платформы управления школой на базе «чистых» данных, цифровых моделей, имитационного моделирования, предиктивной аналитики и форсайт-исследований. Важным этапом будет синхронизация и интеграция цифровой инфраструктуры ПИШ и компаний-партнеров.

Поскольку основной процесс создаваемой ПИШ ИнЭС связан с исследованиями и разработкой, то основные усилия школы будут направлены на создание новых научно-образовательных пространств, включая научно-технологические и экспериментальные лаборатории, оснащенные современными высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением отечественной разработки, цифровые, "умные", виртуальные фабрики и интерактивные комплексы опережающей подготовки инженерных кадров. Описание новых создаваемых пространств представлено в Разделе 4.5.1 Программы развития. Пространства будут созданы с использованием разработок ученых и студенческих команд ПИШ ИнЭС и будут совмещать в себе функцию полигонов для внедрения новых IT и энергорешений.

### **Ожидаемые результаты реализации инфраструктурной политики**

ПИШ ИнЭС, сформировав интегрированную с ТПУ, академическим окружением и индустриальными партнерами инфраструктуру, расширит возможности и компетенции по разработке новых технологий и реализации масштабных инновационных проектов в интересах бизнеса на основе новых моделей сотрудничества.

ПИШ ИнЭС создаст условия для реализации практико-ориентированных, образовательных траекторий, групповой проектной деятельности, научно-технологических проектов по направлениям развития ТЭЖ за счет строительства новых и модернизации имеющихся инфраструктурных объектов, включающих универсальные трансформируемые пространства, выделенные зоны коммуникации, рекреации, научные лаборатории с современной цифровой средой.

ПИШ ИнЭС обеспечит возможности для активного здоровьесбережения, занятий спортом, творчеством и активной волонтерской деятельностью, способствуя формированию гармонично развитой личности с активной гражданской позицией.

**4.5.1. Информация о создаваемых на базе передовой инженерной школы специальных образовательных пространств (научно-технологические и экспериментальные лаборатории, опытные производства, оснащенные современным высокотехнологичным оборудованием, высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением, цифровые, "умные", виртуальные (кибер-физические) фабрики, интерактивные комплексы опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий)**

#### **Комплекс новых научно-образовательных пространств «НЕЙТРОННАЯ ФАБРИКА».**

Проект создания на базе Исследовательского ядерного реактора - ИРТ-Т ТПУ инфраструктуры международного уровня с не имеющим аналогов комплексом пользовательских станций для получения фундаментальных научных результатов и создания технологий в области криогенного материаловедения, нейтрон-захватной лучевой терапии, нейтронно-активационного анализа, изотопно-модифицированных термо-электрогенерирующих и сверхпроводящих материалов, синтеза радиофармпрепаратов и технологических изотопов, исследования атомно-молекулярной структуры материалов, создания компонентной электронной базы для цифровой экономики, новых сверхпроводящих материалов, развития методов позитронной аннигиляционной спектроскопии, создания позитронного источника и др.

В рамках комплекса будет создан ряд научно-образовательных пространств, среди которых радиохимическая лаборатория. Работы по созданию новых пространств будут включать: оснащение специализированным оборудованием, получение лицензий и корректировки условий действующих лицензий, аккредитации лабораторий.

#### **Полигон «Чистая энергия».**

Проект направлен на развитие компетенций в разработке цифровых двойников энергетических систем и проектировании сложных энергетических установок, включая натурные испытания в условиях приближенных к реальным.

Работа ведется в целях реализации государственной политики по созданию системы трансфера технологий, опытно-конструкторских производств, студенческих конструкторских бюро для обеспечения быстрого перехода к стадии практического применения результатов научных исследований. Актуальной задачей проекта является развитие взаимодействия реального сектора экономики с сектором научных исследований и разработок. Развитие полигона «Чистая энергия» позволит существенно сократить время между получением новых знаний и созданием технологий и продукции, их выходом на рынок. Работа полигона направлена на решение эффективных задач по управлению энергетической инфраструктурой ТЭК с применением современных технологий цифрового моделирования с последующим созданием сложного оборудования для энергетической отрасли и опробации готовой продукции или технологии на испытательном полигоне с дальнейшим обеспечением условий для внедрения современных материалов, образцов нового оборудования и инновационных технологий на рынок потребления. Развитие полигона «Чистая энергия» позволит отрабатывать инженерные технические решения в области геотермальной

энергетики, ветроэнергетики, солнечной энергетики, использования низкосортных местных видов топлив, отделения метана от газоносных скважин с внедрением мониторинга состояния энергетических систем с применением БПЛА и ИИ. Предполагается реализация экспериментальных стендов полного технологического цикла.

Актуальными направлениями работы Полигона станут:

- обеспечение мониторинга состояния энергетического оборудования с применением БПЛА и переносом результатов мониторинга в цифровую модель энергосистемы с последующим привлечением ИИ для обработки результатов и предоставлением выводов и предложений по эффективным мероприятиям;
- разработка и исследование технологий рисайклинга, которые затем будут масштабированы в интересах промышленных партнеров.

Инфраструктурное обеспечение включает в себя обустройство полигона, организацию студенческих пространств, закупку измерительного оборудования.

### **Экспериментальная лаборатория Научнообразовательного центра «Цифровые решения в области топлив, их синтеза и применения».**

Задача создания лаборатории - научно обоснованное развитие цифровых подходов для нефтехимической отрасли, направленных на решение экономических, экологических и энергетических проблем мирового уровня для двигателей и энергоустановок авиационного, наземного и морского назначения. Направление деятельности - проведение широкомасштабных аналитических и экспериментальных исследований, в том числе на лабораторных и пилотных установках, разработка математических моделей физико-химических процессов и цифровых двойников промышленных технологий, направленных на создание интеллектуальной системы выбора и обоснования сырья, технологии и ее параметров для получения перспективных жидких биотоплив. В рамках работы предполагается создание стендов-кластеров для воспроизведения условий работы группы объектов: авиационные двигатели, наземные и судовые двигатели, энергетические котлы и реакторы. Применение данных стендов позволит выполнить исследования в рамках разработанных методик в соответствии с последовательностью: лабораторные установки, испытательные стенды, комплексные автоматизированные системы, цифровые двойники. Планируется также разработка номенклатуры альтернативных жидких топлив с разным компонентным составом, соответствующих требованиям индустрии и отвечающих международным вызовам по экологическим, экономическим, энергетическим и геополитическим направлениям.

Целью работы является создание цифровых двойников технологий приготовления рецептур топлив, выбора наиболее эффективных с учетом широкой совокупности требуемых показателей, а также экспериментальных систем тестирования топлив с учетом входных требований и возможностей стендов для последующего тиражирования на большие топливные системы.

### **Многофункциональная научно-образовательная лаборатория пожарной безопасности.**

Задачей создания лаборатории является решение проблем пожарной безопасности объектов промышленности за счет разработки технологий малоинерционного обнаружения, локализации и ликвидации возгораний, а также разработки цифровых двойников существующих и перспективных систем пожарной безопасности на базе нейросетей, предназначенных для обучения персонала и прогнозирования сценариев развития чрезвычайных ситуаций на атомных объектах. В рамках работы запланирована разработка системы мониторинга внештатных ситуаций на объектах промышленности. Функциональность разработанной системы позволяет в режиме реального времени по показаниям датчиков и видеокамере, с помощью алгоритмов искусственного интеллекта отслеживать возникновение внештатных ситуаций: огонь, дым. Апробация системы запланирована на полигоне научно-исследовательского института противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и на объектах потенциальных заказчиков. Инфраструктурное обеспечение включает создание мобильных боксов, закупку лабораторного измерительного оборудования и вычислительных мощностей.

### **Лаборатория искусственного интеллекта в промышленности.**

Работа лаборатории направлена на развитие цифровых подходов для промышленных приложений с применением технологий искусственного интеллекта. Наиболее востребованные приложения охватывают надежность, безопасность, автоматизацию процессов, расширение функционала и документооборот на предприятиях. Ведется также работа с большими данными, искусственный интеллект позволяет проводить обработку и систематизацию данных качественно, быстро и безопасно.

Целями создания лаборатории являются: проведение научных исследований, изысканий и решение прикладных задач по внедрению и применению технологий искусственного интеллекта, обучение специалистов предприятий и студентов работе с данными технологиями; разработка цифровых продуктов с технологиями ИИ для решения производственных и операционных задач индустриальных партнеров; создание испытательных систем и стендов-демонстраторов для визуализации работы цифровых систем при решении крупных производственных задач с большими объемами данных; создание комплексных образовательных продуктов на основе VR-технологий с внедрением ИИ; создание цифровых двойников производственных процессов и производств с применением ИИ; разработка прогностических систем на базе применения ИИ для оптимизации процедур решения производственных задач. В рамках работы запланировано создание программного комплекса с использованием алгоритмов машинного обучения и компьютерного зрения для мониторинга нарушений правил охраны труда и промышленной безопасности. Функциональность системы состоит из анализа архивных видео и анализа видеопотока с камеры в режиме реального времени. При обнаружении инцидента: отсутствие СИЗ или объект находится в опасной зоне формируется сводка потенциальных инцидентов и отправляются уведомления для оперативного принятия решения. Также в рамках реализации проекта планируется создание собственного набора данных для обучения модели нейронной сети. Апробация системы мониторинга инцидентов запланирована на объектах индустриального

партнера ООО «Газпром Трансгаз Томск». Инфраструктурное обеспечение проекта включает закупку высокопроизводительных вычислительных мощностей, организацию студенческих терминалов для доступа к мощностям.

### **«Цифровая фабрика» «Кибер-физическая среда на базе цифровых двойников энергетических, информационных и коммуникационных систем».**

«Кибер-физическая среда на базе цифровых двойников энергетических, информационных и коммуникационных систем» станет интеллектуальной платформой для сопряжения электронной генерации и нагрузки в централизованных и изолированных энергосистемах с помощью кибер-физической среды. Создаваемая платформа позволит проводить анализ функционирования различных конфигураций объектов возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и систем накопления энергии (СНЭ) в сети и их оптимального управления. Полученные результаты позволят сформировать и отработать наиболее эффективные решения по подключению объектов ВИЭ и СНЭ к централизованным и изолированным энергосистемам. Для достижения поставленной цели для научно-образовательного пространства будут подготовлены и разработаны тестовые модели энергосистем на базе цифрового двойника, устройства электронной генерации и нагрузки, позволяющие воспроизводить различные объекты ВИЭ, СНЭ и другие источники энергии, климатическое оборудование, зарядные станции. Одним из актуальнейших направлений станет разработка энергорутера, как устройства сопряжения электронной генерации с централизованными и изолированными энергосистемами, а также двунаправленного преобразователя, как устройства сопряжения электронной нагрузки. Полученные результаты и их части будут масштабированы в интересах промышленных партнеров.

### **Центр аддитивных технологий общего доступа.**

Проект реализуется на базе передовой инженерной школы совместно с компанией «Русатом - Аддитивные технологии» отраслевого интегратора Госкорпорации "Росатом" по направлению "Аддитивные технологии". Особенность Центра - уникальное отечественное оборудование для создания изделий аддитивным методом из пластика и металла. Это 3D- принтеры, разработанные и произведенные на предприятиях Росатома, а также иное оборудование от отечественных производителей, среди которого устройство FORA, печатающее методом послойного нанесения расплавленного пластика по заранее установленному алгоритму, и RusMelt 300M, работающий по технологии селективного лазерного сплавления, которая позволяет получать изделия из металлопорошковых композиций. Центр позволит объединить наработки в области аддитивных технологий из разных инженерных и исследовательских школ ТПУ и разрабатывать и создавать сложные изделия для предприятий Сибири. Центр также поможет вывести подготовку специалистов на новый уровень - через внедрение инноваций и уникального отечественного высокотехнологичного оборудования.

Цель работы - создание центра компетенций для реализации запроса предприятий топливно-энергетического комплекса на образовательную, научно-исследовательскую и производственную деятельность в области аддитивных технологий: подготовка специалистов в области аддитивных

технологий для предприятий атомной промышленности, проведение НИР/НИОКР и печать изделий по заказам предприятий реального сектора экономики.

**Интерактивный комплекс опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий «Цифровые технологии управления режимами электроэнергетических систем».**

В настоящее время в электроэнергетических компаниях России осуществляется переход на SCADA/EMS системы нового поколения на основе технологии общей информационной модели (CIM). Для работы с данными системами от выпускников требуется обеспечение комплексных (профессиональных и цифровых) компетенций, которые наиболее эффективно могут быть сформированы с использованием данного интерактивного цифрового комплекса, основанного на платформе СК-11 и позволяющего выполнять эмуляцию деловых процессов, связанных с решением задач управления режимами электроэнергетических систем на основе цифровых технологий. Интерактивный комплекс предполагает:

- работу с EMS функциями технологической поддержки деятельности диспетчера энергосистем;
- интерактивный анализ режимов работы энергосистем;
- настройку информационного обмена и работу с подсистемами обработки телеметрии;
- формирование, передачу и управление версиями информационных моделей электроэнергетики и др.

Кроме того, в рамках образовательного процесса интерактивный комплекс выступает технической основой для реализации сквозного цикла лабораторных работ, объединяющих отдельные дисциплины образовательной программы и обеспечивающих междисциплинарную подготовку обучающихся.

Основными задачами комплекса являются:

- формирование у обучающихся комплексного понимания технологий, внедряемых для цифровизации деловых процессов в электроэнергетике, архитектуры построенных на их основе современных автоматизированных систем диспетчерского управления и практических навыков работы с ними;
- формирование у обучающихся навыков и опыта использования цифровых тренажеров и моделей для овладения профессиональным мастерством;
- реализация научно-исследовательской деятельности студентов, связанной с разработкой новых цифровых решений задач управления режимами энергосистем;
- формирование у обучающихся творческого и системного мышления на основе решения междисциплинарных задач.

## **Интерактивный образовательный комплекс опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий «ЛОГОС».**

В рамках реализации федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» возникла необходимость в разработке и внедрению отечественных цифровых продуктов, сервисов и платформенных решений. Пакет программ «ЛОГОС» в различных областях науки и техники позволит существенно снизить зависимость от импортируемого программного обеспечения, следовательно, возникает необходимость адаптации и внедрения пакета программ ЛОГОС в образовательный процесс подготовки инженерных кадров, выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, в том числе по заказу предприятий-партнеров.

Интеграция программного продукта «ЛОГОС» в образовательный процесс по направлениям «Ядерная физика и технологии» и «Прикладная математика и информатика» сформировало потребность в создании «Интерактивного комплекса опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий «ЛОГОС»». Данный образовательный комплекс обеспечивает условия для учебной и научно-исследовательской деятельности, а также дипломного проектирования студентов, аспирантов и научно-педагогических сотрудников в области моделирования процессов теплофизики ядерных энергетических установок, гидрогазодинамики, переноса жидкости и газа в атомной и нефтяной промышленности, а также моделирования переноса радионуклидов в топливных и иммобилизационных матрицах. На базе «Интерактивного комплекса опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий «ЛОГОС»» могут проводиться такие учебные дисциплины как: «Имитационное моделирование», «Моделирование физических процессов», «Тепловые процессы ЯЭУ», а также программы дополнительного образования.

## **Интерактивный комплекс опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий «Цифровые двойники технологического оборудования замкнутого ядерного топливного цикла».**

Проект реализуется по тематике проектного направления «Прорыв» Госкорпорации Росатом по созданию основ крупномасштабной двухкомпонентной ядерной энергетики при замыкании ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) на базе реакторов на быстрых нейтронах. Данный проект направлен на создание новых программно-технических комплексов (ПТК) для обучения будущих специалистов цифровым технологиям, широко используемым в проектном направлении «Прорыв». Объектом исследования являются процессы ЗЯТЦ. Предметом исследования являются цифровые технологии управления процессами ЗЯТЦ.

Целью проекта является создание цифровых двойников, компьютерных тренажеров и расчетных кодов, позволяющих существенно ускорить процессы проектирования технологического оборудования, сократить расходы на проверку работоспособности оборудования в различных условиях, повысить эффективность и безопасность эксплуатации за счет использования технологий цифровизации.

Среди элементов комплекса:

- учебная версия ПТК процессов экстракционного фракционирования модуля переработки ЗЯТЦ;
- учебная версия ПТК цифрового двойника группы процессов технологической линии изготовления таблеток модуля фабрикации и рефабрикации ЗЯТЦ;
- учебная версия ПТК компьютерного тренажера для эксплуатирующего персонала технологических процессов узла растворения уранового сырья.

**Интерактивный комплекс опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий «Интеллектуальные производственные системы и технологии».**

Целью организацию комплекса является изучение студентами совокупности методов, инструментов и технологий, применяемых для повышения эффективности производства с использованием интеллектуальных решений. В основе данных систем лежат передовые информационные и коммуникационные технологии, которые позволяют автоматизировать и оптимизировать производственные процессы, интегрировать оборудование, программное обеспечение и данные для принятия более точных решений. Интерактивный комплекс опережающей подготовки «Интеллектуальные производственные системы и технологии» включает 5 учебно-исследовательских стендов, в составе которых - аппаратное и программное обеспечение для изучения, проектирования и разработки систем интеллектуального управления технологическими процессами и производственными линиями. Для обеспечения функционирования интерактивного комплекса создаются следующие элементы:

- аппаратно-программные модули, основанные на промышленных системах технического зрения, блоках управления технологическими процессами и встраиваемых системах, которые используются студентами для обеспечения практического освоения материалов таких дисциплин как: «Теория автоматического управления», «Объекты управления и исполнительные механизмы», «Микропроцессорные системы», «Встраиваемые системы» и др.;
- методическое описание базовых лабораторных работ с учетом возможности построения иерархических систем управления на базе элементов промышленной автоматизации, что в совокупности с созданными алгоритмами управления позволяет студентам формировать и исследовать новые киберфизические системы;
- инфраструктура исследовательской среды, специализирующейся на разработке нейросетевых алгоритмов управления динамическими объектами и системами в условиях структурной и параметрической неопределенности.

## **5. КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И КООПЕРАЦИИ**

### **5.1. Взаимодействие передовой инженерной школы с высокотехнологической(ими) компанией(ями) и образовательными организациями высшего образования (технические вузы) для реализации в сетевом формате новых программ опережающей подготовки инженерных кадров, научно-исследовательской деятельности (включая оценку стратегии развития партнерства, деятельности управляющих органов, реализации образовательных программ и научных проектов)**

Программа создания и развития ПИШ ИнЭС предусматривает формирование партнерств с высокотехнологическими компаниями с целью цифровой трансформации атомной, нефтегазовой, электроэнергетической отраслей, на базе отечественных программно-аппаратных решений и моделирующих платформ для достижения технологической независимости, повышения экономической эффективности и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. Основные задачи и вклад участников партнерств:

- формирование единой системы управления, хранения и обращения знаний;
- формирование единой программы исследований, проведение и финансирование прорывных научных исследований, создание и практическое внедрение наукоемкой продукции и технологий, совместное участие в федеральных программах;
- разработка онтологий, экспертная деятельность; синхронизация стратегий развития компаний и университета;
- совместное использование и развитие ресурсной базы и инфраструктуры;
- подготовка кадров, создание и реализация сетевых образовательных программ, организация академической мобильности;
- организация научных конференций, семинаров, выставок;
- скоординированная реализация пилотных промышленных проектов;
- нормативно-правовое регулирование, участие в разработке стратегий ТЭК и взаимодействие с органами государственной власти.

Деятельность партнерств в достижении целевой модели ПИШ ИнЭС будет сосредоточена на формировании научно-технологического задела мирового

уровня, создании пилотных технологий, продуктов, услуг и их трансфере в реальные сектора экономики, нормативно-правовом регулировании, экспертизе и формировании программ развития отраслей, корпораций по направлениям: цифровых моделей вывода из эксплуатации объектов ядерного наследия и замыкания ядерно-топливного цикла; моделирующе-управляющих комплексов для нефтехимических производств и цифровых двойников энергетических систем и энергетических районов.

Ключевая роль партнерств будет заключаться в формировании моделей взаимодействия с высокотехнологическими компаниями с целью увеличения плотности кооперации и ускорения прохождения уровней готовности востребованных технологий, в том числе на базе онтологий различных отраслей промышленности, формирования среды технологического предпринимательства, «выгрузки» в ПИШ ИнЭС элементов операционной деятельности компаний, создании совместных предприятий и имплементации в школу элементов корпоративной культуры.

Участники партнерств координируют деятельность в области образования путем разработки и реализации в сетевом формате программ опережающей подготовки и переподготовки инженерных кадров новой формации, организации новых форм наставничества и профессиональной подготовки специалистов на предприятиях, создания новых научно-образовательных пространств, широкого внедрения цифровых продуктов отечественного производства, включая платформы численного моделирования физических и технологических процессов в образовательный процесс.

Широкое привлечение специалистов компаний в образовательный процесс позволит формировать мультидисциплинарные компетенции инженера будущего как системного инженера, обладающего глубокими фундаментальными знаниями, навыками командной проектной работы и цифровыми компетенциями, способного эффективно работать в разнообразных конфигурациях сложных инженерных объектов и производств полного жизненного цикла в условиях глобального перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, системам больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

Важной составляющей организации сетевого взаимодействия с индустриальными партнерами является определение сценариев управления интеллектуальной собственностью (ИС) и коммерциализации технологий.

В условиях доминирующего сценария финансирования научно-исследовательских проектов из SAPEX для ПИШ ИнЭС, ориентированной на создание устойчивой модели коммерциализации технологий, важно развивать компетенции по формированию дизайна исследований и созданию моделей смешанного финансирования, привлекая средства для обеспечения возможности сохранения за собой ИС на технологию или ее часть. При совместном владении ИС может быть предложен формат создания совместных предприятий ПИШ ИнЭС (университета) и компании, для которых вложениями будут объекты ИС. Соответственно, деятельность организации уже не будет иметь связи со школой и включена в субподряд или консорциум в дальнейшем для обеспечения внедрения и встраиваемости технологического решения в цепочку создания ценности и оказания сервиса по адаптации и сопровождению.

Проекты с индустриальным партнером должны классифицироваться по отношению к продуктовой линейке ПИШ ИнЭС, заказчику со стороны индустриального партнера, уровню технологической зрелости. Проект, помимо детального паспорта, должен содержать верхнеуровневые дорожные карты, структуру и план по инвестициям, текущую и планируемую для реализации команды. Пул (портфель) проектов формируется итерационно на основе их консолидации руководителями отраслевых направлений, которые прорабатывают их со своими заказчиками у индустриального партнера. При формировании портфеля проектов с потенциалом на запуск или расширение нового для школы направления доминирующим будет являться адекватная оценка внутреннего ресурса или внешнего рынка привлечения кандидатов, которые позволят обеспечить запуск данного направления.

По результату формирования пула согласованных к запуску проектов наступает этап дизайна юридически-правовой обвязки. Сценарии возможны, исходя из типа индустриального партнера как государственной или частной организации, сформированных внутри подходов и практик к выбору подрядчиков. Исходя из существующей практики наиболее распространёнными вариантами минимизации или управления закупочными процедурами у индустриальных партнеров являются

заключение рамочных договоров или сегментация рынка для проведения закрытых отборов.

Важным аспектом взаимодействия с индустриальным партнером является формирование совместной стратегии развития с целью определения технологических фронтиров отрасли, управления внутренними и внешними инвестициями, закупки оборудования, создания образовательных программ и подготовки к запуску новых продуктовых решений. Совместная стратегия строится на анализе: внешних научных и технологических трендов и имеющихся заделов; видения индустриальным партнером развития своих направлений; внутреннего ресурса и потенциальных точек роста; регионального фокуса внимания; федеральной рамки развития науки (СНТР) и выделения финансирования. В стратегии развития заложены ключевые приоритеты и стратегические ставки ПИШ ИнЭС, возникающая ценность для партнера, определение возможных источников финансирования деятельности, роль и вовлеченность каждого участника стратегии. Данный документ управляет в первую очередь распределением поступающих ресурсов и фокусом административного ресурса на источник их привлечения с учетом логики обоснования и возникновения данного запроса.

Широта и разноуровневость взаимодействия с партнером будет требовать создания соответствующей системы органов управления, разделенных по направлениям и вовлечению стейкхолдеров. Основные органы коллективного управления ПИШ ИнЭС с участием представителей индустриального партнера и представителей органов власти включают Наблюдательный совет, технический совет и методический совет. Подробно роли органов коллективного управления представлены в Разделе 3 «Система управления ПИШ» Программы развития.

Для обеспечения эффективной коммуникации ПИШ ИнЭС с индустриальным партнером предлагается следующий набор инструментов:

- системное проведение стажировок;
- актуализация и рассмотрение портфеля проектов;
- работа в рамках коллективных органов управления;
- проведение рабочих встреч по рассмотрению технологических предложений;
- проведение научно-технологических семинаров.

Взаимодействие ПИШ ИнЭС и промышленных партнеров будет организовано на основе следующих регламентирующих документов:

- положение или презентационный материал, описывающие операционную модель взаимодействия и стратегию развития;
- система дорожных карт (коммуникационных мероприятий, работы органов управления взаимодействием; реализации портфеля проектов и сервисов, реализации мероприятий повышения эффективности, реализации стратегических проектов);
- протокольные решения и мемо работы органов управления.

Деятельность партнерств в образовательной сфере сосредоточена на объединении опыта и усилий в части формирования методических основ реализации новых моделей современного инженерного образования (стандарты, руководства, методические указания), разработки и внедрения в университетах соответствующих платформенных решений. Участники координируют свою деятельность в части выполнения исследований в области инженерного образования, разработки и внедрения новых образовательных моделей в соответствии со стратегическими целями организаций. Перечень организаций и их роли в достижении целевой модели ПИШ ИнЭС представлены в Разделе 5.2. Программы развития. Партнеры ПИШ ИнЭС – Координационный совет Минобрнауки России по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки», Ассоциация технических университетов и Ассоциация инженерного образования России.

Основные задачи и вклад участников партнерств в достижение целевой модели ПИШ ИнЭС:

- разработка, апробация, нормативно-методическая проработка и внедрение новых моделей инженерного образования;
- координация деятельности и синхронизация стратегий университетов по развитию инженерного образовательного пространства;
- совместная реализация пилотных моделей, сетевых программ, лучших практик организации инженерного образования в парадигме передовых инженерных школ;
- совместное использование ресурсной базы и инфраструктуры, включая платформенные решения управления образовательным процессом и

контингентом обучающихся, инфраструктуру промышленных партнеров ПИШ ИнЭС;

- организация научно-методических конференций, семинаров и др.;
- взаимодействие с Минобрнауки России, Рособнадзором, профильными общественными организациями и объединениями, государственными корпорациями и др.;
- разработка нормативного обеспечения в сфере инженерного образования;
- организации мобильности обучающихся и сотрудников.

Управление партнерствами в образовательной сфере будет осуществляться на базе методического совета ПИШ ИнЭС. К функциям методического совета ПИШ ИнЭС относятся: выработка программы исследований, распределение работ и ресурсов по исполнителям, контроль исполнения работ, распределение функций и назначение ответственных за направления работ, утверждение годовых планов работ и планов реализации каждого конкретного проекта.

Рамочные проекты будут реализовываться совместно с высокотехнологичными компаниями - промышленными партнерами ПИШ ИнЭС:

1. Рамочный проект: Цифровизация атомного энергетического комплекса (совместно с АО "ТВЭЛ", АО ГК "НЕОЛАНТ", АО "СХК", АО "ОДЦ УГР", ФГУП "ГХК" и другими организациями Госкорпорации «Росатом»).
2. Рамочный проект: Комплексное развитие энергетических систем и технологий распределенной энергетики (совместно с ПАО «РОССЕТИ СИБИРЬ», ПАО «РОССЕТИ ТОМСК», АО «ФОНД «ФОРСАЙТ», АО «СО ЕЭС», ПАО «ИНТЕР РАО», АО «ТОМСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ», АО «СИГМА»).
3. Рамочный проект: Цифровые решения для нефтегазового сектора энергетики (совместно с ООО НТЦ «ГАЗПРОМНЕФТЬ», АО ИТЦ «ДЖЭТ», ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК», ПАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ», ООО «ЮНИДЖАЙН»).
4. Рамочный проект: Кросспромышленные цифровые решения на базе отечественных программных комплексов (организации атомной, нефтегазовой и электроэнергетической отраслей).

Основными механизмами и инструментами реализации проектов являются:

- формирование конкретного запроса на реализацию проекта и получение продукта через механизмы рассмотрения на Техническом совете и утверждения на Наблюдательном совете ПИШ ИнЭС с участием представителей высокотехнологических компаний;
- формирование кросс-функциональных команд из сотрудников ПИШ, НПР других структурных подразделений ТПУ, представителей высокотехнологичных компаний-партнёров и соисполнителей компаний-подрядчиков, привлекаемых к работе над задачей в проектной логике по краткосрочным трудовым договорам;
- подписание соглашения о сотрудничестве с высокотехнологическими компаниями, предусматривающих планы мероприятий по реализации проекта, контрольные точки, целевые показатели, механизмы софинансирования (если оно предусмотрено);
- реализация проектов, утвержденных на Наблюдательном совете ПИШ ИнЭС, с периодической отчётностью перед Техническим советом и контролем со стороны высокотехнологических компаний;
- завершение проектов и приемка результатов на Техническом совете ПИШ ИнЭС и внедрение их в научно-образовательный процесс университета и/или в технологический или производственный процесс у промышленных партнёров.

## **5.2. Структура ключевых партнерств**

Ключевые партнерства ПИШ ИнЭС с высокотехнологическими компаниями, непосредственно участвующими в процессе создания и развития ПИШ, в том числе в качестве реально финансирующей этот процесс:

- **Атомная энергетика:**

1. **Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»** и её дочерние подразделения (АО «ТВЭЛ», АО «Прорыв», АО «СХК», АО «ИТЦ «ДЖЭТ», ФГУП «ГХК») – реализация научно-технических проектов, включая замыкание ядерно-топливного цикла, технологии опережающей подготовки специалистов, кросс-индустриальное внедрение отечественного моделирующего программного обеспечения;

2. **АО ГК «Неолант» – Атомная энергетика:** реализация научно-технических проектов, включая замыкание ядерно-топливного цикла, внедрение отечественного моделирующего программного обеспечения

- **Нефтегазовое дело:**

1. **Публичное акционерное общество «Газпром Нефть»** (ООО «Газпромнефть НТЦ», АО «Газпромнефть– Московский НПЗ», ООО «Газпромнефть Энергосистемы» – выполнение исследований и внедрение результатов в области цифровых технологий добычи и переработки углеводородов, цифровой распределенной энергетики;

- **Электроэнергетика:**

1. **Публичное акционерное общество «Якутская топливно-энергетическая компания»** («Кузбассэнерго-РЭС», ПАО «ТРК») – **Электроэнергетика:** выполнение исследований и внедрение результатов в области цифровой энергетики, системное развитие энергорайонов, опережающая подготовка кадров;

2. **АО «Системный оператор ЕЭС»** («ОДУ энергосистемы Сибири») – **Электроэнергетика:** выполнение исследований и внедрение результатов в области цифровой энергетики, разработка технологий интеллектуального управления перетоками и балансами мощности в электроэнергетических системах, опережающая подготовка кадров;

Прочие высокотехнологические компании, участвующие в процессе развития ПИШ по мере необходимости: **АО «ОДЦ УГР», АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», АО «АЭХК» (атомная энергетика), ПАО «Россети Сибирь», «Кузбассэнерго-РЭС», ПАО «ТРК» (электроэнергетика), ООО «ЮНИДЖАЙН».**

Ключевые партнерства ПИШ ИнЭС с образовательными организациями высшего образования выстроены с целью достраивания необходимых компетенций, получения заделов на ранних стадиях TRL и построения сетевого образовательного пространства трансляции лучших практик и развития моделей инженерного образования.

- Консорциум «Большой университет Томска» (НИ ТГУ, ТУСУР, ТГАСУ)
- Консорциум «Новое инженерное образование»

- Консорциум опорных вузов госкорпорации «Росатом»
- Опорные вузы ПАО «Газпром»
- ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»
- ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
- ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»
- ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»
- ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

## Приложение №1. Результаты предоставления грантов

Индекс	Наименование показателя	Ед. измерения	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ПР(ПИШ1)	Создание передовых инженерных школ в партнерстве с высокотехнологичными компаниями и поддержка программ их развития	Единица	1	0	1	1	1	1	1	1	1
ПР(ПИШ2)	Проведение повышения квалификации и (или) профессиональной переподготовки, в том числе в форме стажировки на базе высокотехнологичных компаний, управленческих команд и профессорско-преподавательского состава передовых инженерных школ и образовательных организаций высшего образования, реализующих образовательные программы инженерного профиля по специальностям и направлениям подготовки высшего образования для подготовки инженерных кадров	Человек	10	25	319	339	369	399	449	499	549
ПР(ПИШ3)	Прохождение студентами, осваивающими программы магистратуры («технологическая магистратура»), практик и (или) стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками, за счет предоставленных грантов	Человек	7	15	32	43	53	66	80	93	100

## Приложение №2. Показатели, необходимыми для достижения результатов предоставления гранта

Индекс	Наименование показателя	Ед. измерения	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
p1(a)	Количество разработанных и внедренных новых образовательных программ высшего образования для опережающей подготовки инженерных кадров и дополнительных профессиональных программ по актуальным научно-технологическим направлениям и «сквозным» цифровым технологиям, обеспеченных интерактивными комплексами опережающей подготовки	Единица	1	9	13	17	21	25	29	33	37
p2(б)	Увеличение числа обучающихся по образовательным программам высшего образования для опережающей подготовки инженерных кадров и дополнительным профессиональным программам по актуальным научно-технологическим направлениям и сквозным цифровым технологиям передовой инженерной школы за счет развития сетевой формы обучения в образовательных организациях, в которых не созданы передовые инженерные школы	Процент	0	10	21.3	32.1	54	64.9	74.7	103.6	112.2
p3(в)	Численность инженеров, прошедших обучение по программам дополнительного профессионального образования в передовых инженерных школах (чел.)	Человек	15	55	130	230	330	440	550	660	770
p4(г)	Количество обучающихся, прошедших обучение в передовой инженерной школе по образовательным программам высшего образования и дополнительным профессиональным программам, трудоустроившихся в российские высокотехнологичные компании и на предприятия	Человек	0	0	35	70	120	350	600	1000	1500

Индекс	Наименование показателя	Ед. измерения	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
p5(д)	Количество созданных на базе передовой инженерной школы специальных образовательных пространств (научно-технологические и экспериментальные лаборатории, опытные производства, оснащенные современным высокотехнологичным оборудованием, высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением, цифровые, «умные», виртуальные (кибер-физические) фабрики, интерактивные комплексы опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий)	Единица	0	2	4	6	7	9	9	9	9
p6(е)	Отношение внебюджетных средств к объему финансового обеспечения программы развития передовой инженерной школы, предусмотренного на создание передовой инженерной школы в партнерстве с высокотехнологичными компаниями и поддержку указанной программы за счет средств федерального бюджета	Процент	59	27.1	23	31	39.7	46	52.9	60.9	63.2
p7(ж)	Объем финансирования, привлеченного передовой инженерной школой на исследования и разработки в интересах бизнеса	Тысяча рублей	55000	155000	305000	540000	840000	1190000	1590000	2040000	2500000
p8(з)	Рост количества регистрируемых результатов интеллектуальной деятельности образовательной организации высшего образования, на базе которой создана передовая инженерная школа	Процент	5.9	9.8	19.6	25.5	33.3	35.3	41.2	45.1	56.9
p9(и)	Количество студентов, прошедших практику и (или) стажировку вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками, обучающихся по программам магистратуры технологического профиля	Человек	7	20	32	47	63	80	100	120	140
p10(к)	Количество школьников, принявших участие в деятельности передовых инженерных школ в целях ранней профессиональной ориентации	Человек	0	141	173	201	215	238	261	275	289



### Приложение №3. Финансовое обеспечение программы развития ПИШ

#### Финансовое обеспечение программы развития ПИШ по источникам

№	Источник финансирования	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Средства федерального бюджета	195000	480000	870000	870000	870000	870000	870000	870000	870000
2	Средства субъекта Российской Федерации	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Средства местных бюджетов	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Внебюджетные источники	115000	130000	200000	270000	345000	400000	460000	530000	550000
5	Средства иностранных источников	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Иные средства федерального бюджета	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ИТОГО</b>		620000	610000	1070000	1140000	1215000	1270000	1330000	1400000	1420000

**Приложение № 4. Перечень высокотехнологичных компаний партнеров участников реализации передовой инженерной школы**

№	Полное название компании	ИНН
1	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"	0277006179
2	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ"	0323060215
3	АВТНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УНИВЕРСИТЕТ ИННОПОЛИС"	1655258235
4	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ГОРНО-ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ"	2452000401
5	Публичное акционерное общество "РОССЕТИ СИБИРЬ"	2460069527
6	Акционерное общество "АНГАРСКИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ"	3801098402
7	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"	3812014066
8	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"	5404105174
9	АДМИНИСТРАЦИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	7017069388
10	Публичное акционерное общество "РОССЕТИ ТОМСК"	7017114672
11	Общество с ограниченной ответственностью "ЮНИДЖАЙН"	7017206147
12	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"	7018012970
13	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"	7020000080
14	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ"	7021000043
15	Акционерное общество "СИБИРСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ"	7024029499
16	Акционерное общество "ОПЫТНО-ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ УРАН-ГРАФИТОВЫХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ"	7024033350
17	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"	7202010861
18	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"	7534000257
19	Акционерное общество ГРУППА КОМПАНИЙ "НЕОЛАНТ"	7702454880
20	Акционерное общество "СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ"	7705454461
21	Акционерное общество "ТВЭЛ"	7706123550
22	Акционерное общество "ПРОРЫВ"	7708332920

№	Полное название компании	ИНН
23	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"	7719455553
24	Акционерное общество "ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР "ДЖЭТ"	7721502761
25	Акционерное общество "ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ТРОИЦКИЙ ИНСТИТУТ ИННОВАЦИОННЫХ И ТЕРМОЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ"	7751002460
26	Общество с ограниченной ответственностью "ГАЗПРОМНЕФТЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР"	7838395487
27	Акционерное общество "АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ"*	7701796320
28	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК	7726077310
29	Акционерное общество "РОССИЙСКИЙ КОНЦЕРН ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ"	7721632827
30	Публичное акционерное общество "ГАЗПРОМ"	7736050003
31	Акционерное общество "ТОМСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ"*	7017373959
32	Публичное акционерное общество "ГАЗПРОМ НЕФТЬ"	5504036333
33	Общество с ограниченной ответственностью "РУСАТОМ-АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	7724424381
34	Акционерное общество "ФОНД СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ "ФОРСАЙТ"*	7727735466
35	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И МЕХАНОХИМИИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК*	5406015261
36	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ "ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР "ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА ИМ. Г.К. БОРЕСКОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК"*	5408100177
37	Общество с ограниченной ответственностью " НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"*	6311026323
38	Акционерное общество "РУСАТОМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ"*	7734358970
39	Акционерное общество "РАДИЕВЫЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ В.Г. ХЛОПИНА"*	7802846922
40	Акционерное общество ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ "АТОМТЕХЭНЕРГО"*	5029106714
41	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ "ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА" НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ"*	5001000242
42	Общество с ограниченной ответственностью "ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК"*	7017005289
43	Публичное акционерное общество "ИНТЕР РАО ЕЭС"*	2320109650
44	Общество с ограниченной ответственностью "ГАЗПРОМ ЦПС"*	5003029060
45	ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ "РОСАТОМ"*	7706413348
46	Публичное акционерное общество "НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ "РОСНЕФТЬ"*	7706107510
47	Публичное акционерное общество НЕФТЕГАЗОВАЯ КОМПАНИЯ "РУССНЕФТЬ"*	7717133960
48	Общество с ограниченной ответственностью "ИМПЕРИАЛ ЭНЕРДЖИ ТОМСКГАЗ"*	7017208313

№	Полное название компании	ИНН
49	АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ "УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН"*	0274952033
50	Общество с ограниченной ответственностью "РН-БАШНИПИНЕФТЬ"*	0278127289
51	Акционерное общество "ТОМСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА"*	7021049088
52	Общество с ограниченной ответственностью "СИГМА"*	9102169524

\* Не финансирует реализацию мероприятий программы развития передовой инженерной школы, при этом участвует в реализации образовательной программы/научного проекта