


УТВЕРЖДЕНА

ФГБОУ ВО "Нижегородский
государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева"

Ректор

_____ / С.М.Дмитриев /
(подпись) (расшифровка)

 Передовые
инженерные
школы

Документ подписан
электронной подписью

Сертификат: 00CCE3FA282B0109E915A8A4D6AF3EEED4

Владелец: Дмитриев Сергей Михайлович

Действителен: с 08.02.2023 по 03.05.2024

Программа развития передовой инженерной школы

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
на 2022 - 2030 годы

Нижний Новгород, 2023

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 решение 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 школе

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

Миссия НГТУ

Обеспечить опережающее инновационное и технологическое развитие Российской Федерации в стратегических отраслях: атомной, электроэнергетической, химической, машиностроительной, металлургической и радиоэлектронной, за счет выполнения научно-технологических исследований мирового уровня и подготовки высококвалифицированных кадров, создавая культуру отечественной инженерной элиты.

Стратегическая цель университета

К 2030 году НГТУ станет отраслевым и территориальным лидером в подготовке высококвалифицированных кадров и проведении научно-исследовательских, проектных и технологических работ, войдет в ТОП-10 ведущих технических вузов России.

Ключевые вызовы и их решение

1. Несоответствие спроса и предложения на рынке высокотехнологичных кадров. Для решения этой задачи предполагается качественный и количественный рост выпуска инженеров новой формации, создание передовой инженерной школы (ПИШ), переход к индивидуальным образовательным траекториям (ИОТ), масштабное развитие дополнительного профессионального образования (ДПО).
2. Рост скорости развития научно-технического прогресса и необходимость в этих условиях сохранения Россией научно-технологического суверенитета. Предлагаемые решения: внедрение новых форм взаимодействия с партнерами, освоение новых рынков, сохранение и удержание передовых позиций НГТУ на мировом рынке научных исследований по стратегическим направлениям.
3. Изменение геополитической ситуации, требующее быстрых и качественных решений в задачах обеспечения технологической независимости страны. Предполагается использование проактивных методов управления университетом, позволяющих быстро адаптироваться и активно участвовать в формировании образовательной и промышленной политики страны и региона.

Ожидаемые эффекты к 2030 году

1. Подготовка новой инженерной элиты мирового уровня.
2. Удержание лидирующих позиций на мировом рынке научных исследований по ключевым направлениям (атомное машиностроение, химические технологии, технологии энергосбережения и энергоэффективности, интеллектуальный транспорт, радиоэлектроника).

3. Ликвидация зависимости от услуг зарубежных поставщиков, повышение стабильности производства в сложившихся геополитических условиях.

Характеристики трансформации университета

Отвечая на текущие и будущие вызовы и угрозы, НГТУ путем трансформации деятельности по всем направлениям перейдет к подготовке новых инженерных кадров с нулевым периодом адаптации, сохраняя передовые позиции на мировом рынке научных исследований по стратегическим направлениям развития университета.

Драйверами роста будут являться две крупные программы стратегического развития вуза. Первая программа – «Приоритет 2030» (базовая и специальная часть по треку «территориальное и отраслевое лидерство»), вторая программа – создание Нижегородской передовой инженерной школы атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии.

Среди механизмов и инструментов трансформации можно выделить три ключевые группы: образование, наука и взаимодействие с партнерами. В области образования предполагается реализация передовых инженерных программ различного уровня с использованием специальных образовательных пространств, оснащенных передовой техникой и необходимыми средствами для внедрения новых цифровых технологий образования. Ключевыми инструментами образовательной политики также являются привлечение молодых, перспективных преподавателей, наставников с высокотехнологичных предприятий, использование индивидуальных образовательных траекторий. В области научно-инновационной деятельности основными драйверами развития будут привлечение молодых научных работников, ориентация на перспективные направления исследований, востребованные предприятиями-партнерами, развитие механизма коммерциализации инноваций в создаваемом R&D-центре. Среди принципов управления следует выделить проактивность - ключевое участие университета в разработке и реализации стратегических планов развития региона.

Конкурентные преимущества

Целевая модель базируется на конкурентных позициях университета, сформированных его историческим предназначением, подтвержденных результатами предшествующей деятельности (рис. 1.1): исследовательский университет, политехнический университет, инновационный университет, региональный лидер, цифровой университет, финансово-устойчивый университет).



Рис. 1.1. Конкурентные позиции НГТУ-2030

Количественные параметры целевой модели НГТУ-2030:

- объем доходов университета – 5,6 млрд руб.;
- объем договоров на выполнение НИОКР – 2,1 млрд руб.;
- объем доходов от образовательной деятельности 3,3 млрд руб.
- доля исследователей до 39 лет – 80%;
- доля заявок на международные патенты в общем объеме РИД – 30%;
- доля ОП ВО, прошедших независимую оценку качества – 80%.
- доля ППС, имеющих цифровые компетенции – 100%;
- доля ППС, реализующих ОП ВО на иностранных языках – 30%;
- уровень вовлеченности молодежи в молодежные сообщества – 100%.

1.2. Академическое признание и потенциал университета

За период своего предыдущего развития (2012-2022 гг.) НГТУ существенно нарастил научный, образовательный и инновационный потенциал за счет реализации крупных проектов: Программы стратегического развития, Программы опорного университета, Программы развития «Приоритет 2030» (базовая и специальная часть конкурса).

Ключевые результаты развития университета в указанный период:

1. Образовательная деятельность. Университет является многопрофильным техническим вузом, охватывает более 85% технических специальностей региона. При этом около 80% руководителей ведущих предприятий региона - выпускники НГТУ.

За последние 5 лет внедрены 6 новых образовательных программ высшего образования (ОП ВО), в том числе программа «Атомные станции малой мощности» (направление 14.04.01 Ядерная

энергетика и теплофизика) на английском языке.

Имеются договорные обязательства с предприятиями ГК «Росатом», где работают базовые кафедры НГТУ: АО «ОКБМ Африкантов», АО «Атомэнергопроект», Филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ - «НИИИС им. Ю.Е. Седакова». В НГТУ создана система проектно-ориентированного обучения (ПОО) по ТЗ высокотехнологичных предприятий и организаций региона, реализующая полный жизненный цикл продукции, включая проектирование, изготовление, испытание и утилизацию (25 предприятий приняли участие в ПОО и 35% студентов обучающихся по приоритетным направлениям экономики). Трендом университета является проведение выездных практик в регионах РФ: 122 студента прошли производственную практику на Кольской и Ленинградской АЭС, СРЗ «Нерпа» (Мурманская обл.), АО «ЦС «Звездочка» (Архангельская обл.) и т.д. Количество обучающихся по договорам о целевом обучении в 2021 году составило 760 чел. (12,6 % от общей численности). В 2021 году было реализовано 16 проектов и мероприятий по содействию трудоустройству выпускников. Трудоустроено 97 % выпускников.

Развивая многоуровневую систему подготовки, НГТУ наращивает портфель программ дополнительного образования с 51 (2012 год) до 105 (2021 год) программ. Увеличилось число слушателей: 2771 чел. – в 2012 г., 10644 чел. – в 2021 г. (рост в 3,8 раз). Более 1000 сотрудников НГТУ в 2021 году прошли повышение квалификации с применением дистанционных образовательных технологий на площадках НГТУ и ведущих вузов РФ.

В выполнении НИР в 2021 году приняли участие 4200 студентов, из них 165 человек с оплатой труда, около 20% от общего числа РИД выполнено с участием студентов НГТУ.

2. Научная и инновационная деятельность. В НГТУ активно развивается 12 научных направлений, ориентированных на решение задач СНТР и Стратегий развития отраслей экономики РФ. В рамках каждого направления реализуются НИР и ОКР, нацеленные на решение задач, обозначенных в стратегиях развития соответствующих отраслей экономики страны: атомной, химической и нефтехимической, энергетической, автомобильной, судостроительной, электронной и др. Научно-технический потенциал НГТУ ориентирован на решение задач, определенных программами инновационного развития долгосрочных индустриальных партнеров, с которыми выстроены уверенные партнерские отношения: ГК «Росатом», ГК «Ростех», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «ОАК», ОАО «РЖД», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», АО «ОСК».

НГТУ – ключевой участник Нижегородского НОЦ мирового уровня «Техноплатформа 2035», кластерной политики Нижегородской области. За последние 10 лет НГТУ был участником 10 проектов в рамках реализации Постановления Правительства РФ № 218 с общим объемом финансирования НИОКТР, превышающим 2 млрд руб., выполненных в интересах АО «ОКБМ Африкантов», ООО «Автозавод «ГАЗ», АО «ПКК «Миландр», ПАО «Русполимет», на которых созданы новые высокотехнологичные производства. НГТУ выполнил 11 крупных проектов ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» с общим объемом финансирования более 1 млрд руб., в рамках которых для ключевых индустриальных партнеров разработал ряд уникальных научно-

обоснованных решений мирового уровня, производственных технологий, образцов новой перспективной техники, успешно внедренных в реальный сектор экономики.

Молодежные исследовательские команды выполняют конкретные проекты по заказам предприятий и компаний реального сектора экономики, таким как: обоснование работоспособности основного оборудования ядерных энергетических установок, разработка программно-аппаратных комплексов для автоматизированных систем управления (в том числе для АЭС), создание киберзащищенных устройств для энергетических систем, разработка топливных элементов и др.

Деятельность НГТУ в области инноваций направлена на внедрение результатов НИОКР в реальный сектор экономики. С этой целью меняется патентная стратегия, в соответствии с которой университет расширяет свое влияние в международном «патентном пространстве». В 2020 г. обеспечена 100% электронная подача заявок в Евразийское патентное ведомство.

3. Взаимодействие с индустриальными партнерами

НГТУ является опорным вузом ГК «Росатом», ОАК, ОСК. Университет входит в сеть ядерного образования STAR-NET (под эгидой МАГАТЭ), в ассоциацию инженерного образования России и Нижегородской Ассоциации Промышленников и Предпринимателей.

Вуз является основным «поставщиком» кадров для предприятий ГК «Росатом». По УГСН 13.00.00 «Электро- и теплоэнергетика» и 14.00.00 «Ядерная энергетика и технологии» обучаются 1412 человек.

Базовые кафедры НГТУ работают в восьми отраслях машиностроения, количество обучающихся – около 1000. На базовых кафедрах проходят практику 30% от общего количества студентов (Табл. 1.1.).

Таблица 1.1. - Базовые кафедры высокотехнологичных индустриальных партнеров НГТУ

№	Базовая кафедра	Предприятие	Направления подготовки магистратуры и специалитета
1.	Конструирование атомных установок	АО «ОКБМ Африкантов»	13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» 14.04.03 «Ядерная физика и технологии» 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы» 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»
2.	Системы управления жизненным циклом сложных инженерных объектов	АО «Атом-энергопроект»	13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» 14.04.03 «Ядерная физика и технологии» 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы» 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»
3.	Радиоэлектроника и системы управления	Филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ - «НИИИС им. Ю.Е. Седякова»	11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии» 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»
4.	Радиоэлектронные системы и телекоммуникации	АО «НПП «Полет»	11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
5.	Боевые бронированные колесные машины	ООО «Военно-инженерный центр»	23.04.02 «Наземные транспортно-технологические машины и комплексы» 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»
6.	Артиллерийское вооружение	АО «ЦНИИ «Буревестник»	17.05.02 «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие»
7.	Системы воздушно-космической обороны	АО «Нижегородский завод 70-летия Победы».	15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
8.	Кораблестроение	АО КБ «Вымпел»	26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры»
9.	Создание продукта в автомобилестроении	ООО «Объединенный инженерный центр»	23.04.02 «Наземные транспортно-технологические машины и комплексы» 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»
10.	Производственные системы в машиностроении	ООО УК «Группа ГАЗ»	15.04.01 «Машиностроение» 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»

Ежегодно с 2015 по 2019 годы НГТУ являлся победителем Открытого публичного конкурса на предоставление поддержки программ развития системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса (ОПК) Минобрнауки России «Новые кадры для ОПК».

4. Молодежная политика. Университет является лидером в регионе по количеству и результатам работы студенческих конструкторских бюро (СКБ). Студенческое КБ Formula Student на международных и российских этапах Formula SAE завоевала несколько раз подряд кубок за «Лучшее инженерное решение». Во всероссийских соревнованиях «Солнечная регата» ежегодно команда Solarteam студенческого КБ занимает призовые места. Три года подряд команда НГТУ завоевывала первое место в Международном инженерном чемпионате Case In в номинации «**ЦИФРОВОЙ АТОМ**». Студенческие команды НГТУ в 2020-2022 гг. заняли призовые места в хакатонах «Цифровой прорыв» и «Искусственный интеллект».

Действует развитая система поддержки молодежного предпринимательства, которая включает программы «Предакселератор» и «Акселератор», грантовую поддержку из собственных средств, продвижение проектов через институты развития РФ.

Действует Соглашение между университетом и обучающимися, в котором определены меры по социальной поддержке и по реализации программы защиты прав студентов и молодых сотрудников. Все иногородние студенты НГТУ обеспечены благоустроенными общежитиями.

5. Управление человеческим капиталом

НГТУ имеет значительный кадровый потенциал:

- Более 900 научно-педагогических работников (в том числе 2 профессора РАН, 143 доктора наук, 456 кандидатов наук, 4 PhD), среди которых есть эксперты Российского фонда фундаментальных исследований, Российского научного фонда, научно-технических советов федеральных целевых программ, рабочих групп по направлениям научно-технической инициативы и ряда технологических платформ, рабочих групп Минобрнауки РФ, консультационных и экспертных органов государственной власти. Около 130 научно-педагогических работников осуществляют свою деятельность в области атомного машиностроения, из них 29 докторов наук, 41 кандидат наук, 30 % составляют молодые преподаватели и исследователи до 39 лет.
- 32 научно-исследовательских лабораторий и научно-образовательных центров; 18 научных школ; 14 диссертационных советов; 16 базовых кафедр в научно-исследовательских и промышленных организациях-партнерах, на которых преподают 118 специалистов-практиков;
- филиалы в двух промышленных центрах Нижегородской области.

В 2021 году созданы 3 молодежные научно-исследовательские лаборатории мирового уровня по тематикам ГК «Росатом», где основной контингент составляют молодые ученые до 39 лет (82%). В их числе научно-исследовательская лаборатория теплогидравлики ядерных энергетических установок нового поколения.

В 2022 году НГТУ достиг следующих ключевых количественных результатов:

- доля остепенённых штатных ППС – 72%;
- доля исследователей в возрасте до 39 лет – 75%.

Кадровый потенциал НГТУ способен реализовывать подготовку инженеров нового типа с постоянно прирастающими компетенциями, готовых к решению возрастающих по сложности инженерных задач.

6. Цифровизация. В университете внедрены 85 электронных сервисов собственной разработки, в том числе 26 в образовательной деятельности, 12 в научной, 11 в системе управления. Также в НГТУ используются системы сторонних разработчиков: ERP «Галактика: Управление ВУЗом», электронный документооборот «Тезис», платформа «1С: Предприятие» и др. Университет подключен по защищенным каналам связи к федеральным системам ФИС ГИА, ФРДО, ЕГИСМ, ГИС «Управление», АСУ ПФХД и др. Компьютерная сеть НГТУ насчитывает более 2000 единиц вычислительной техники.

7. Развитие материально-технической базы. На сегодняшний день в НГТУ на праве оперативного управления находится 155,2 тыс. м² площадей различного функционального назначения, в том числе почти 98 тыс. м² относятся к учебно-лабораторным, 12,5 тыс. м² предназначены для научно-исследовательских подразделений вуза. В период с 2012 по 2022 годы для расширения лабораторно-исследовательской базы на площадях НГТУ организованы 20 центров и лабораторий, в том числе «Центр квантовых технологий», «Лаборатория информационной безопасности», научно-учебный центр «Материаловедение и лазерные технологии» и др., общей площадью 851 м². С целью перспективного развития исследований в области атомного машиностроения проведена модернизация трансформаторной подстанции с увеличением мощности до 1 МВт.

8. Финансовая деятельность. Совокупный бюджет университета в 2021 году составил 2,4 млрд рублей. За последние 10 лет наблюдается заметный рост хозяйственных договоров (рис. 1.2а) и доходов от дополнительного образования (рис. 1.2б).

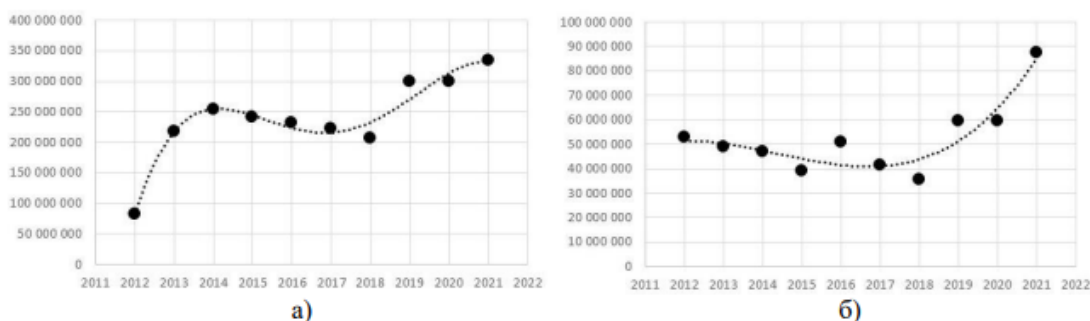


Рис. 1.2. Динамика доходов: а) от хоздоговоров; б) от дополнительных образовательных услуг, руб.

Осуществляется работа по совершенствованию системы перераспределения доходов на решение общеузовских задач и обеспечение реализации отдельных образовательных, научных и иных

проектов. Приоритеты при распределении финансирования отдаются тем проектам, по которым ожидается наибольший эффект и дополнительные привлеченные ресурсы. Одним из важнейших вузовских проектов в части привлечения дополнительного финансирования является создание в 2016 году эндаумент-фонда.

9. Управление. Система управления университетом имеет линейно-функциональную иерархическую структуру (рис. 1.3). Органами управления университета являются Конференция работников и обучающихся, Ученый совет, ректор, Попечительский совет. За период 2012-2022 гг. можно выделить 3 основных этапа трансформации системы управления НГТУ, связанные с победой крупных конкурсах Минобрнауки РФ. В конце 2011 года НГТУ стал победителем конкурса программ стратегического развития (ПСР). В результате реализации ПСР в НГТУ к 2014 году осуществлен переход на институциональный принцип построения университета, в результате которого создано 7 крупных образовательно-научных институтов.

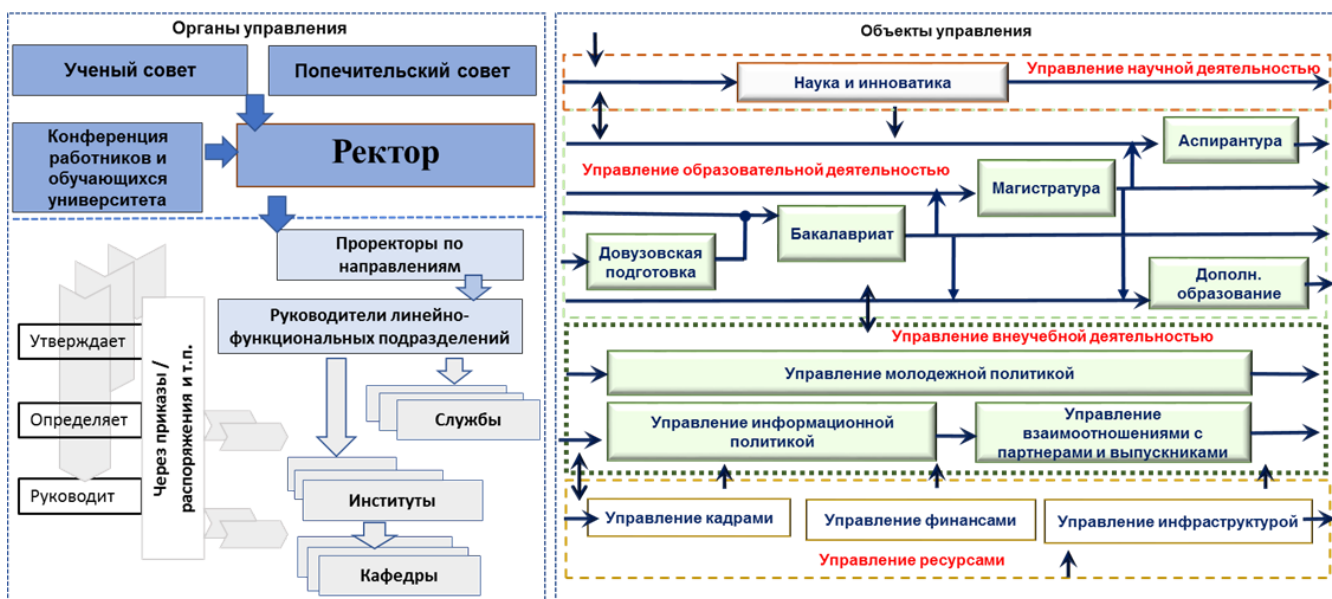


Рис. 1.3. Организационная структура системы управления НГТУ в 2014 г.

В результате победы в конкурсе «Приоритет 2030» в 2021 году продолжилась трансформация системы управления университетом. Создан проектный офис с целью координации взаимодействия политик университета со стратегическими проектами. Организован консорциум «Освоение Арктических территорий и развитие Северного морского пути». К 2030 году будет сформирована новая система управления, сочетающая в себе элементы функционального и проектного управления (рис. 1.4).

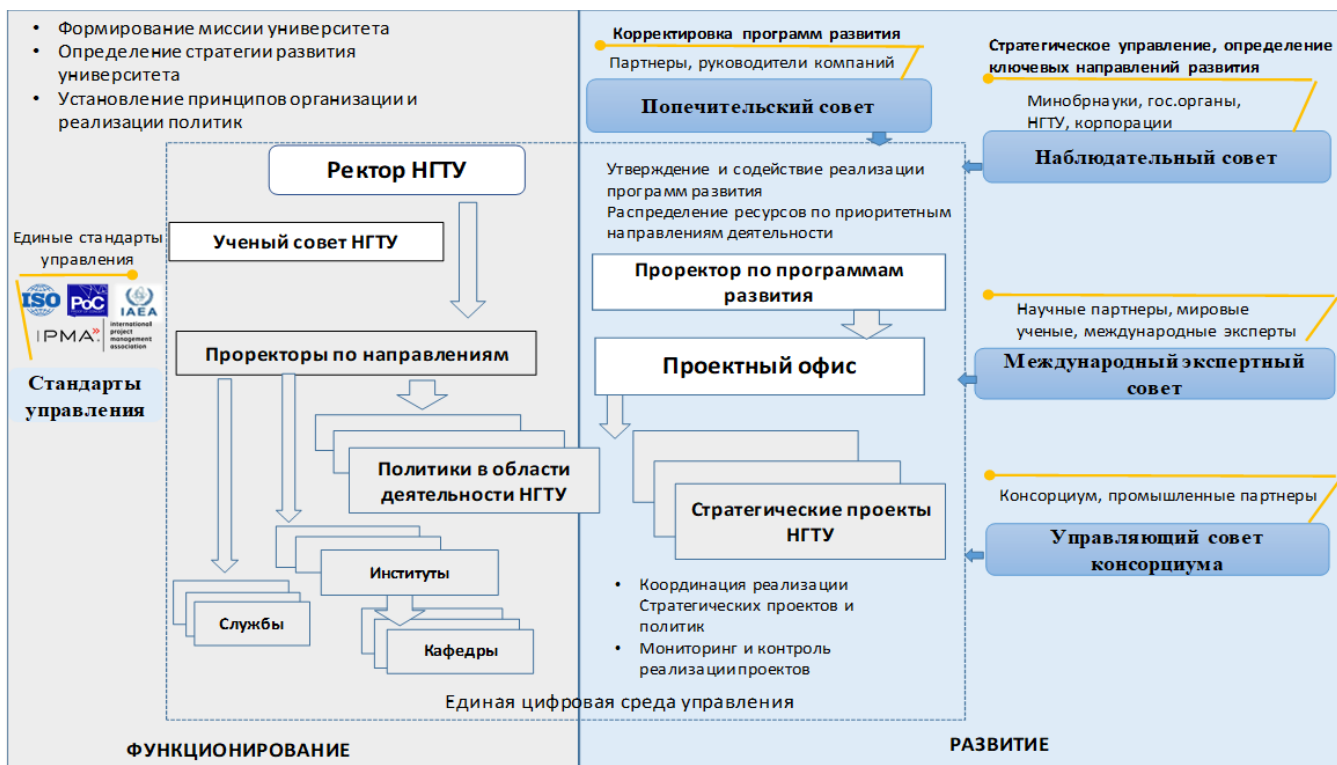


Рис. 1.4. Организационная структура системы управления НГТУ в 2030 г.

В 2019 году НГТУ занял первое место среди опорных университетов (рейтинг Минобрнауки РФ). С 2021 года НГТУ позиционирован в международных рейтингах вузов THE / QS. НГТУ вошел в число лидеров предметного рейтинга ТОП-20 вузов России RAEX 2021 года по семи направлениям подготовки: «Ядерные физика и технологии», «Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника» и др. В 2022 году НГТУ вошёл в международный рейтинг Impact Rankings 2022 (Times Higher Education), который отражает влияние университетов на достижение целей устойчивого развития, утвержденных ООН. Экспертами отмечена положительная динамика, достигнутая НГТУ по показателям: «Качественное образование», «Достойная работа и экономический рост», «Промышленность, инновации и структура», «Партнёрство для достижения целей».

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

В основу ПИШ будут положены результаты многолетних исследований, проводимых в НГТУ. Общий объем финансирования выполненных НИОКТР за 2012-2022 годы превысил 5,6 млрд руб. Выполняемые в НГТУ НИР в области атомного машиностроения, высоко оцениваются ведущими проектно-конструкторскими организациями ГК «Росатом», в частности АО «ОКБМ Африкантов» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». За последние пять лет объем таких НИОКТР, проведенных на материально-технической базе НГТУ превышает 500 млн рублей.

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

1. Научное направление атомного машиностроения. Выполняемые в НГТУ НИР в области атомного машиностроения, востребованы ведущими проектно-конструкторскими организациями ГК «Росатом», в том числе АО «ОКБМ Африкантов» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». В НГТУ есть уникальная материально-техническая база для проведения исследований. В 2016 году введен в эксплуатацию уникальный, не имеющий аналогов в мире, крупномасштабный экспериментальный стенд исследования смещения потоков в моделях оборудования ЯЭУ, созданный совместно с АО «ОКБМ Африкантов». За период 2012-2022 гг. коллективом НГТУ были выполнены исследования в интересах ГК «Росатом»:

1) Экспериментальные исследования локальной гидродинамики потока теплоносителя за перемешивающими дистанционирующими решетками (ПДР) ТВС-КВАДРАТ различных конструкций для ядерных реакторов типа PWR. Накопленная база данных по течению теплоносителя в ТВС-КВАДРАТ легла в основу инженерного обоснования конструкций активных зон реакторов PWR. Рекомендации по выбору оптимального варианта конструкции ПДР учитывались конструкторами АО «ОКБМ Африкантов» при создании вводимых в эксплуатацию новейших ТВС-КВАДРАТ.

2) Исследования гидродинамики теплоносителя в тепловыделяющих сборках ТВСА реактора типа ВВЭР. Результаты экспериментальных исследований послужили обоснованием для применения новых конструктивных решений с целью повышения единичной мощности тепловыделяющихборок, а также стали верификационной базой данных для отечественных программ вычислительной гидродинамики (пакет программ «ЛОГОС») и поэлементного расчета потока теплоносителя.

3) Расчетно-экспериментальные исследования локального массообмена теплоносителя на масштабной модели кассетной ТВС реакторов КЛТ-40С и РИТМ-200. Цель – исследование распределения потока теплоносителя за поясом дистанционирующей решетки, оценка ее влияния на гидродинамику потока. Результаты экспериментов используются в инженерном обосновании конструктивных решений при проектировании активных зон реакторов типа КЛТ-40 и РИТМ-200.

2. Научное направление интеллектуальной электроэнергетики. В области разработки кибербезопасных устройств защиты и управления электрических сетей были получены следующие результаты:

1) опытные образцы устройств интеллектуальной релейной защиты, которые проходят опытную эксплуатацию на цифровом полигоне Нижегородской ГЭС;

2) экспериментальный образец энергоэффективного электротехнического комплекса гибридной энергоустановки на возобновляемых источниках энергии и органическом топливе;

3) для ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ» изготовлен экспериментальный образец автономного импульсного источника электропитания систем высокой плотности энергии на базе литий-железо-фосфатных аккумуляторных батарей.

3. Научное направление, связанное с обеспечением кибербезопасности систем верхнего уровня атомных электростанций (АЭС). За последние 5 лет выполнены следующие хозяйственные НИР по заказу филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова»:

- 1) разработка концепции обеспечения защищенности систем верхнего уровня (СВУ) автоматизированных систем управления технологическими процессами атомных электростанций от киберугроз;
- 2) обоснование критериев определения программно-аппаратных средств защиты систем верхнего уровня АСУ ТП АЭС;
- 3) разработка алгоритмов и информационной системы поддержки принятия решений для обеспечения кибербезопасности СВУ АСУ ТП;
- 4) разработка модели управления событиями информационной безопасности.

4. Научное направление «Материаловедение и порошковая металлургия». Совместно с АО «ОКБМ Африкантов», ПАО «РУСПОЛИМЕТ» разработаны безотходные, ресурсосберегающие технологии получения новых порошковых и композиционных материалов с контролируемыми свойствами для атомной, авиационно-космической и судостроительной отрасли. По заказу АО «ОКБМ Африкантов» ведутся работы по созданию и внедрению современных методов и средств интеллектуальной диагностики нового поколения для оценки и прогнозирования степени водородного охрупчивания в титановых сплавах в системе теплообмена.

5. Научное направление «Низкотемпературные плазмохимические технологии переработки углеводородного сырья». Разработаны технологии позволяющие проводить плазменный пиролиз тяжелых нефтей и нефтепродуктов с получением газообразных продуктов: водород (27,6-49,6 %мол), ацетилен (33,6-49,1 % мол), этилен (6,9-12,1 % мол), метан (3,9-9,1 % мол) и углеводороды C3-C5 (3,8-9,3 % мол).

6. Научное направление «Инженерные системы для лазеров». Проведены комплексные исследования тепловых и гидравлических характеристик систем охлаждения, направленные на обоснование работоспособности и повышение эффективности работы лазерных систем. Результаты исследований позволили повысить удельные характеристики лазеров нового поколения. В рамках данного направления выполнены хозяйственные договора по трем темам Гособоронзаказа.

1.3.2. Инновационный задел по направлениям деятельности передовой инженерной школы

В интересах ГК «Росатом» в НГТУ выполнены работы способствующие применению отечественного ядерного топлива за рубежом и обоснованию конструкционных решений для ядерных реакторов новых атомных ледоколов и плавучих АЭС. Накопленная база данных (тепловые и гидравлические характеристики потока) позволили изучить процессы течения теплоносителя в ТВС-КВАДРАТ и легли в основу инженерного обоснования конструкций активных зон реакторов PWR. Рекомендации по выбору оптимального варианта конструкции

перемешивающих дистанционирующих решеток, (как интенсификаторов теплообмена) учтены конструкторами АО «ОКБМ Африкантов» при создании вводимых в эксплуатацию новейших ТВС-КВАДРАТ. Результаты экспериментальных исследований послужили обоснованием для применения новых конструктивных решений с целью повышения единичной мощности тепловыделяющих сборок, а также стали верификационным банком данных для отечественных программ вычислительной гидродинамики (пакет программ «ЛОГОС») и поэлементного расчета активных зон ядерных реакторов.

Разработана и создана цифровая трансформаторная подстанция с трансформаторно-тиристорным регулятором напряжения и мощности с расщепленной первичной обмоткой трансформатора и ключами однонаправленного тока 10/0,4 кВ 400 кВА. Подстанция внедрена в эксплуатацию в электрические сети г. Н. Новгорода для электроснабжения объектов НГТУ.

Разработан и изготовлен экспериментальный образец тиристорного регулятора вольтодобавочного напряжения. Образец устройства напряжением 6 кВ внедрен в опытно-промышленную эксплуатацию в ПАО «Россети».

За разработку и внедрение инновационных технологий и оборудования для энергетических систем сотрудникам НГТУ присуждена премия Правительства Российской Федерации 2020 года в области науки и техники.

Всего по тематике ПИШ за 2012-2021 гг. был выполнен объем НИОКТР в размере 4,499 млрд руб., в том числе по хоздоговорам на 4,18 млрд руб., при этом созданные в ходе их выполнения результаты интеллектуальной деятельности были внедрены на предприятиях ГК «Росатом». Передано по лицензионным договорам и договорам отчуждения 123 объекта интеллектуальной собственности.

1.3.3. Научная инфраструктура по направлениям передовой инженерной школы

НГТУ обладает уникальной лабораторной базой для решения исследовательских задач для атомного машиностроения. Имеющиеся стенды являются уникальными, а некоторые из них превосходят не только отечественные, но и зарубежные аналоги.

1. Высоконапорный аэродинамический стенд ФТ-50

Стенд предназначен для исследования локальной гидродинамики и массообмена теплоносителя в основном оборудовании ядерных энергетических реакторов. Исследования проводятся на экспериментальных моделях, изучаются процессы:

- локальной гидродинамики и массообмена потока за решетками интенсификаторами тепловыделяющих сборок отечественной и зарубежной конструкций;
- межъячеечного массообмена и гидродинамики потока в топливной кассете реактора атомных ледоколов нового поколения и оптимизированного плавучего энергоблока.

2. Экспериментальный стенд «Смешение неизотермических потоков» ФТ-40

Многофункциональный теплофизический стенд ФТ-40, позволяет изучить замкнутые и разомкнутые режимы работы ядерных энергетических установок различной конструкции и размеров, и создать различные режимы смешения теплоносителя внутри модели реактора в широком диапазоне температур, расходов и концентраций примеси в потоке теплоносителя.

Перечень выполненных работ: исследование смешения неизотермических потоков в напорной камере модели ядерного реактора при различных режимах движения среды и различных схемах подвода потоков.

3. Экспериментальный стенд ФТ-4

Стенд ФТ-4 предназначен для отработки проточной части насоса, проведение ресурсных испытаний по определению работоспособности материалов проточной части насоса при температуре свинца до 550°C и расходе до 2000 т/ч. Перечень выполненных работ:

- исследования процессов кавитации в проточных частях лопаточных насосов и других элементов конструкций;
- исследования макетных образцов проточных частей главных циркуляционных насосов реакторных контуров со свинцовым теплоносителем;
- исследования участков подвода и отвода свинцового теплоносителя моделирующих повышение быстроходности, уменьшение массогабаритных характеристик, увеличения КПД, увеличение ресурса и др. насосов;
- отработка методов регулирования содержания кислорода в свинцовом теплоносителе и очистки теплоносителя и контура от оксидов свинца.

4. Лаборатория «Цифровое моделирование электроэнергетических систем в реальном времени»

Оснащена следующим исследовательским оборудованием: программно-аппаратный комплекс для системы моделирования в реальном времени RTDSNovaCor; отечественные промышленные контроллеры серии DCS-2000; линейка испытательных устройств для проверки и наладки устройств релейной защиты и автоматики РЕТОМ-21, РЕТОМ-61, РЕТОМ-61850; отечественный вычислительный комплекс «Монокуб-РС», на базе процессора «Эльбрус 2С+» и отечественной операционной системой; устройство синхронизации времени ГЛОНАСС.

5. Лаборатория «Интеллектуальные электрические сети и малая энергетика»

В составе лаборатории функционирует уникальный лабораторный стенд «Виртуальная электростанция с источниками распределенной генерации».

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

Реализация ОП ВО в НГТУ проходит в тесной интеграции с крупными промышленными партнерами, имеющими современную высокотехнологическую материально-техническую базу. Ресурсы для НГТУ по направлению деятельности ПИШ предоставляют базовые кафедры: «Конструирование атомных установок» (АО «ОКБМ Африкантов»), «Системы управления

жизненным циклом сложных инженерных объектов» (АО «Атомэнергопроект»), «Радиоэлектроника и системы управления» (филиал ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ - «НИИИС им. Ю.Е.Седакова»). Обучение студентов на базовых кафедрах проводит высококвалифицированный ППС из числа ведущих специалистов предприятий и преподавателей выпускающих кафедр Института ядерной энергетики и технической физики им. Ф.М. Митенкова НГТУ.

Студентам предоставляется возможность приобрести практические навыки работы на уникальных экспериментальных стендах АО «ОКБМ Африкантов», познакомиться с электронным документооборотом и единым отраслевым каталогом оборудования в АО «Атомэнергопроект», а также освоить полевой инжиниринг на действующих стройплощадках и учебно-тренировочных пунктах. Создана дистанционно-образовательная платформа, на которой осуществляется виртуальное знакомство с базовой лабораторией «Реакторная гидродинамика». Платформа позволяет студентам в дистанционном формате получить представление об устройстве лаборатории, изучить характеристики установок, а также, используя интерактивные элементы, выполнить лабораторные работы в соответствии с учебными планами.

Существующие компетенции и уникальная исследовательская база НГТУ признаны ГК «Росатом». В НГТУ созданы базовые лаборатории АО «ОКБМ Африкантов» - «Реакторная гидродинамика», «Надежность и безопасность АЭС», в которых работают ведущие исследователи НГТУ и сотрудники ОКБМ. Лаборатории служат для проведения научно-исследовательской практики магистрантов, для обучения студентов современным методам научных исследований в области гидродинамики элементов ядерных реакторов.

Для организации практической подготовки обучающихся по направлениям деятельности ПИШ подписаны договоры о практической подготовке студентов по следующим УГНП: 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 18.00.00, 22.00.00.

Таблица 1.2. – Наличие договоров с высокотехнологичными партнерами

Индустриальные партнеры	УГНП				
	09.00.00	13.00.00	14.00.00	18.00.00	22.00.00
Энергетика (атомная)					
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»					
АО «ОКБМ Африкантов»					
АО «Атомэнергопроект»					
АО «АСЭ»					
Электроэнергетика					
ПАО «Россети Центр и Приволжье»					
ПАО «ФСК ЕЭС»					
ООО «ЭлектроИнтел»					
Машиностроение					
ООО «Объединенный инженерный центр» ГАЗ					
АО ПКО «Теплообменник»					
ООО «Газпром трансгаз Н.Новгород»					
ПАО «Завод «Красное Сормово»					
Электронная промышленность и микроэлектроника					
АО «НПП «Полет»					
АО «НЗ 70-летия Победы»					
Химическая промышленность					
ООО «СИБУР-Кстово»					
ООО «РусВинил»					
ООО «Лукойл-Нижегороднефте-оргсинтез»					
Металлургия					
ПАО «Русполимет»					
АО «Выксунский металлургический завод»					

2. ОПИСАНИЕ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ

2.1. Ключевые характеристики передовой инженерной школы

Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии (далее ПИШ) - новое структурное подразделение НГТУ, деятельность которого направлена на решение приоритетных задач стратегии развития ГК «Росатом». Ключевыми партнерами ПИШ являются предприятия ГК «Росатом», с которыми НГТУ планирует реализовать новую программу взаимодействия: АО «ОКБМ Африкантов», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», АО «Атомэнергопроект», АО «АСЭ», АО «Концерн Росэнергоатом».

НГТУ уже сейчас является одним из лидеров в России по количеству выпускников, ежегодно трудоустраиваемых на предприятиях ГК «Росатом». В частности, все руководители региональных предприятий ГК «Росатом» – выпускники НГТУ. Создание ПИШ позволит не только закрепить лидерство НГТУ во взаимодействии с госкорпорацией, но также позволит достичь следующих результатов:

- 11 новых научных и технологических направлений исследований;
- 14 специальных научных и образовательных пространств;
- 11 новых программ ДПП для сотрудников предприятий ГК «Росатом»;
- более 400 инженеров предприятий ГК «Росатом», прошедших обучение в ПИШ;
- 8 принципиально новых магистерских ОП ВО;
- более 100 студентов, прошедших стажировки на грантовой основе;
- не менее 1375 студентов, обучившихся в ПИШ до конца 2030 года.

ПИШ будет глубоко интегрирована в повестку научных исследований ГК «Росатом», включая такие направления как атомная энергетика, новая энергетика и новые неэнергетические направления. Отдельные направления НГТУ уже реализует в рамках программы развития «Приоритет 2030». Наиболее инновационные направления, связанные с внедрением и развитием новых инженерных подходов и научно-обоснованных методик проектирования объектов атомного машиностроения, найдут свое развитие в рамках деятельности ПИШ (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1. - Вовлеченность ПИШ в повестку ГК «Росатом»

ПИШ будет функционировать в рамках тесного взаимодействия НГТУ с ГК «Росатом». В ходе совместной работы будет создана система управления ПИШ, в которой научным руководителем будет Петрунин В.В., первый заместитель Генерального директора – Генерального конструктора АО «ОКБМ Африкантов»; а операционную деятельность будет реализовывать Тумасов А.В. – руководитель ПИШ от НГТУ, занимающий в настоящее время должность директора одного из институтов университета и имеющий успешный многолетний опыт руководства комплексными проектами НИОКР. НГТУ и ГК «Росатом» будут вместе определять повестку научных исследований и план работы новых специальных образовательных пространств (далее СОП). Оснащение СОП ПИШ новым оборудованием и программным обеспечением будет проводиться в соответствии с целями и задачами научно-технических проектов ГК «Росатом». Подготовка кадров, построенная по принципу «образование через науку» позволит ПИШ в полной мере удовлетворить запросы Госкорпорации на выпускников, не требующих какого-либо периода адаптации на предприятиях. При этом отдельный тип выпускников будет иметь предпринимательские компетенции, что позволит им в дальнейшем организовывать компании (спин-оффы) для коммерциализации инновационных разработок ПИШ.

Особенностью ПИШ является подготовка инженеров-исследователей, ориентированных на новые вызовы. ПИШ обучает тем компетенциям, которые будут востребованы через 5...7 и более лет. В основе ПИШ – научные исследования, новые лаборатории и центры. Выполняя вместе с партнерами перспективные НИОКР, ПИШ формирует те знания, которыми должны обладать «инженеры завтрашнего дня», трансформирует новые знания в новые образовательные программы.

Ключевой портфель образовательных программ ПИШ будет разработан к 2023 году и будет включать вопросы проектирования и эксплуатации ядерных реакторных установок нового типа. В

дальнейшем будут вводиться новые программы, связанные с вопросами цифровых технологий в атомной отрасли, кибербезопасности атомных станций, водородной энергетики.

Подготовка в ПИШ отличается от традиционной инженерной подготовки, существующей в настоящее время в университете, следующим:

1. Одним из главных отличий подготовки инженеров в ПИШ заключается в том, что оно базируется на перспективных научных исследованиях, проводимых совместно с высокопроизводительным сектором экономики – предприятиями ГК «Росатом», направленных на решение фронтальных задач атомной отрасли: новые реакторные установки, цифровые системы, новые материалы и кибербезопасность, инженерные системы для лазеров, водородная энергетика.

2. ПИШ – это не только фронтальная наука, но также фронтальное образование. Создаются новые проекты программ магистратуры для опережающей подготовки специалистов по заказу высокотехнологичных предприятий-партнеров ГК «Росатом» по актуальным направлениям:

- искусственный интеллект и большие данные;
- новые материалы и аддитивные технологии;
- передовые производственные технологии;
- разработка и применение цифровых двойников;
- робототехника и мехатроника.

3. При реализации программ предусмотрено привлечение к преподавательской деятельности инженеров-практиков, бизнес-консультантов, работающих в реальном секторе экономики. Запуск механизма наставничества с участием опытных инженеров с предприятий обеспечит практическую направленность образовательных технологий.

4. В механизм встроены процессы повышения квалификаций наставников, профессиональной переподготовки управленческих команд и профессорско-преподавательского состава инженерной школы, регулярные стажировки в ведущих центрах и лабораториях, а также высокотехнологичных российских и зарубежных компаниях, осуществляющих свою деятельность в области атомного машиностроения или проводящих перспективные исследования и разработки по указанным тематикам.

5. Выпускники ПИШ НГТУ – высококвалифицированные кадры, ориентированные на экспорт, обладающие уникальными профессиональными компетенциями, с дескрипторами цифровых и сквозных технологий, навыками управления проектами, готовы к выполнению междисциплинарных исследований по атомно-водородной тематике.

6. Для инженеров ПИШ реализуется функционально-ориентированный подход подготовки специалиста под конкретное рабочее место. В рамках грантовой поддержки, предусмотрены практики и стажировки студентов в лучших международных лабораториях и центрах, что позволит впоследствии использовать полученные навыки в своей профессиональной деятельности.

7. Исходя из выполняемых научных направлений ПИШ создаются новые СОП (таблица 2.1), включая экспериментальные и научно-технологические лаборатории, опытные производства, а также интерактивные комплексы опережающей подготовки. Данные СОП также являются основой для организации образовательной деятельности ПИШ, в чем заключается еще одно отличие подготовки инженеров – каждый студент ПИШ в обязательном порядке становится участником определенного научного коллектива, который в соответствующем СОП решает перспективную научную задачу, а студент – соисполнитель определенной научной, исследовательской или опытно-технологической задачи.

Таблица 2.1. - Специальные образовательные пространства

Научно-образовательные направления ПИШ	Наименование СОП (год создания)	Связь СОП с образовательной и научной деятельностью	
		Новые ОП ВО магистратуры	Тематики НИОКР
Новые реакторные установки	Экспериментальная лаборатория «Моделирование гидродинамики высокотемпературных газовых реакторов» (2023)	14.04.01 Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки	<ul style="list-style-type: none"> Исследования гидродинамики и теплообмена в активных зонах и основном оборудовании высокотемпературных ядерных реакторов с газовым теплоносителем (ВТГР) Численное моделирование и цифровое проектирование оборудования реактора типа ВТГР с использованием CFD-программ
	Экспериментальная лаборатория «Исследование ионизирующих излучений» (2023)	14.04.02 Ядерное топливо и основное оборудование высокотемпературных газовых реакторов	
Цифровые системы атомных станций	Интерактивный комплекс опережающей подготовки «Интеллектуальные цифровые системы реального времени и SCADA – технологии» (2023)	09.04.01 Цифровые технологии управления технологическими процессами атомных станций нового поколения	<ul style="list-style-type: none"> Цифровые системы управления электроприводами атомных станций Технологии построения самоорганизующихся цифровых систем управления (ЦСУ) с обеспечением адаптивности
Новые материалы	Научно-технологическая Лаборатория «Жаропрочных композитных материалов» (2023)	22.04.01 Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов	<ul style="list-style-type: none"> Плазмохимические технологии получения водорода и наноразмерных углеродных материалов Разработка комплекса экспериментальных исследований материалов и структур, используемых в водородной энергетике, с целью построения их моделей деформирования и разрушения Создание новых жаропрочных композитных материалов на никелевой основе с оксидным нанодисперсным упрочнением (ДУО/ОДС) для конструктивных элементов реакторов типа ВТГР с применением технологии аддитивного выращивания и ГИП
	Научно-технологическая Лаборатория «Жаропрочных композитных материалов» (2023)	22.04.01 Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов	<ul style="list-style-type: none"> Плазмохимические технологии получения водорода и наноразмерных углеродных материалов Разработка комплекса экспериментальных исследований материалов и структур, используемых в водородной энергетике, с целью построения их моделей деформирования и разрушения Создание новых жаропрочных композитных материалов на никелевой основе с оксидным нанодисперсным упрочнением (ДУО/ОДС) для конструктивных элементов реакторов типа ВТГР с применением технологии аддитивного выращивания и ГИП
Технологии применения водорода	Научно – технологическая лаборатория «Водородные технологии в электроэнергетике» (2024)	13.04.02 Автономные электрогенерирующие комплексы на основе водорода	<ul style="list-style-type: none"> Биотехнологии в производстве водорода и утилизации углекислого газа при паракислородном риформинге метана на АЭТС с РУ ВТГР Разработка расчетных моделей динамики, прочности, ресурса и надежности объектов инфраструктуры и средств транспортировки водорода различными видами транспорта с целью обеспечения их безопасности Водородные технологии в электроэнергетике Технологии электронного управления топливоподачей многотопливных транспортных и стационарных поршневых двигателей
	Экспериментальная лаборатория испытаний энергетических машин на водородосодержащем топливе (2024)	13.04.03 Энергетические установки на водородном топливе	
	Научно-технологическая лаборатория прочности динамики и ресурса объектов инфраструктуры и средств транспортировки водорода (2024)		

ПИШ, совместно с индустриальными партнерами, нацелена на создание конкретных высокотехнологичных продуктов и технологий (табл. 2.2).

Таблица 2.2. – Планируемые результаты научных направлений ПИШ

Научное направление ПИШ	Создаваемые высокотехнологичные продукты и суверенные технологические решения	Индустриальные партнеры
Новые реакторные установки	<ul style="list-style-type: none"> – Новые конструкторские решения активных зон высокотемпературных ядерных реакторов с газовым теплоносителем (ВТГР) – Обоснование новых конструкторских решений активных зон высокотемпературных газоохлаждаемых ядерных реакторов (ВТГР) – Высокоточные методики численного моделирования и цифрового проектирования оборудования реактора типа ВТГР на основе отечественного CFD-кода 	АО «ОКБМ Африкантов» ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
Цифровые системы атомных станций	<ul style="list-style-type: none"> – Цифровые системы управления электроприводами атомных станций – Технологии построения самоорганизующихся цифровых систем управления (ЦСУ) с обеспечением адаптивности 	АО «Атомэнергопроект»
Новые материалы для атомной энергетики	<ul style="list-style-type: none"> – Новые материалы и структуры, предназначенные для использования в объектах атомно-водородной энергетики – Новые жаропрочные и композитные материалы для конструктивных элементов реакторов типа ВТГР 	АО «ОКБМ Африкантов»
Кибербезопасность АЭС	<ul style="list-style-type: none"> – Кибербезопасные электроэнергетические системы атомных станций – Технологии синтеза и реконfigurирования виртуальных тренажеров для отработки внештатных ситуаций на АЭС 	АО «Атомэнергопроект»
Лазеры	<ul style="list-style-type: none"> – Инженерные системы для лазеров – Системы термостабилизации лазеров на основе открыто-пористых материалов – Технологии термостабилизации лазеров – Обоснование инженерных систем для лазеров на основе открыто-пористых материалов 	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
Технологии применения водорода	<ul style="list-style-type: none"> – Плазмохимические технологии получения водорода – Новые биотехнологии производства водорода и утилизации углекислого газа – Новые конструкции средств и систем транспортировки водорода 	АО «ОКБМ Африкантов»

Таким образом, ПИШ, созданная в партнерстве с предприятиями ГК «Росатом», обеспечит реализацию и внедрение нового типа инженерной подготовки, осуществления прорывных разработок и исследований в области атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии, соответствующих мировому уровню и обеспечивающих технологический суверенитет Российской Федерации в области атомной энергетики.

2.2. Цель и задачи создания передовой инженерной школы

Цель: обеспечить создание на базе НГТУ уникальной модели инженерной подготовки кадров для ГК «Росатом» с нулевым периодом адаптации на предприятии и формирование новых линеек высокотехнологичных продуктов для атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии.

Задачи:

- усовершенствование условий подготовки высококвалифицированных кадров для атомной отрасли, а также сопряженных отраслей экономики: химической и энергетической;
- разработка и внедрение новых образовательных программ магистратуры для опережающей подготовки инженерных кадров для ГК «Росатом» с нулевым периодом адаптации на рабочем месте;
- разработка и реализация дополнительных профессиональных программ по актуальным научно-технологическим направлениям развития атомного машиностроения;
- привлечение действующих инженеров-практиков, работающих на предприятиях ГК «Росатом», к осуществлению преподавательской деятельности в ПИШ;
- создание специальных образовательных пространств (лабораторий, опытных производств, интерактивных комплексов опережающей подготовки), необходимых для реализации научной и образовательной деятельности в области атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии;
- выполнение прорывных разработок и исследований, направленных на решение задач атомного машиностроения, соответствующих мировому уровню;
- коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности и трансфер технологий, в том числе через новые инновационные спин-офф компании;
- тиражирование лучших образовательно-научных практик для подготовки и переподготовки инженеров с уникальными компетенциями в области атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии;
- организация регулярных стажировок на базе высокотехнологичных компаний ГК «Росатом», а также в ведущих мировых центрах и лабораториях для профессорско-преподавательского состава и управленческих команд ПИШ;
- организация практик и стажировок, в том числе в формате работы с наставниками, для лучших студентов, обучающихся в ПИШ по новым образовательным программам высшего образования.

2.2.1. Роль передовой инженерной школы в достижении целевой модели университета

ПИШ НГТУ ориентирована на:

- подготовку инженерной элиты;
- мировой уровень НИОКР;
- регулирование технологической повестки региона;
- новые модели коммерциализации РИД.

ПИШ отводится существенная роль в достижении целевой модели НГТУ за счет:

- реализации новых программ магистратуры и ДПП для подготовки высококвалифицированных кадров с уникальными компетенциями для атомной отрасли страны;
- открытия новых СОП и организации новых научных направлений мировой научной повестки в области атомного машиностроения;

- создания R&D-центра и реализации современных моделей коммерциализации РИД, в том числе в формате спин-оффов, ориентированных на удовлетворение потребностей новых высокотехнологичных рынков в областях, сопряженных с атомной и водородной энергетикой;

Деятельность ПИШ будет реализовываться с учетом стратегии развития региональных предприятий ГК «Росатом», которые входят в Топ-20 предприятий области по выручке и налоговым отчислениям и играют важную роль в формировании технологической повестки региона. Осуществление проекта ПИШ позволит НГТУ усилить свою проактивную позицию в Нижегородской области.

Созданные новые СОП будут являться центрами новых компетенций в области атомного машиностроения и центрами притяжения междисциплинарных научно-технических проектов с крупным финансированием, что будет способствовать увеличению доли НИОКР в структуре доходов университета.

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

Деятельность ПИШ ориентирована на решение приоритетных задач, обозначенных в следующих документах стратегического планирования:

- Национальные цели РФ;
- Указ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» 21 июля 2020 года №474;
- Указ Президента Российской Федерации от 16.04.2020 № 270 «О развитии техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации»;
- Стратегия национальной безопасности РФ (Указ Президента РФ от 2.07.2021 г. № 400);
- Стратегия научно-технологического развития РФ (В редакции Указа Президента РФ от 15.03.2021 № 143);
- Стратегия развития ГК «Росатом».

ПИШ реализует 11 новых научных направлений по созданию 30 суверенных технологий, являющимися критическими для ГК «Росатом» и гарантирующими мировое лидерство. Конкретный перечень целевых устремлений 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, показан на рисунке 2.2.

30 суверенных технологических решений по научным направлениям ПИШ

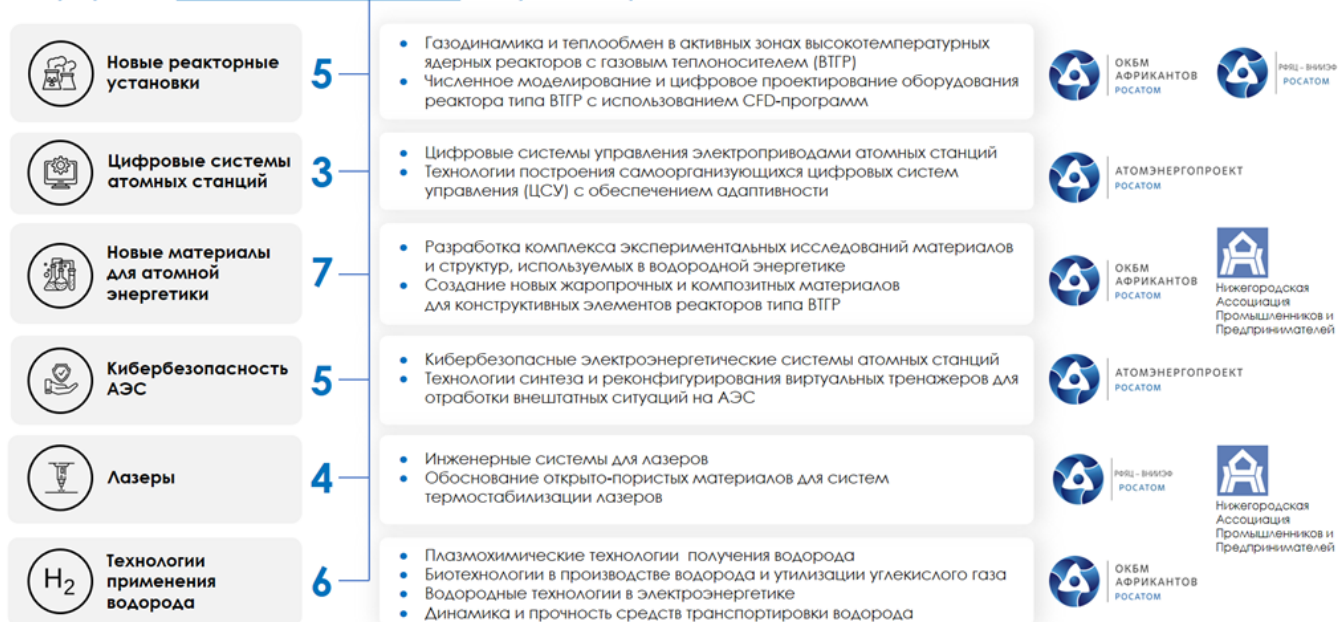


Рисунок 2.2. – Суверенные технологические решения ПИШ

В настоящий момент в мировой повестке в апреле 2022 года МАГАТЭ выдвинуло инициативу по разработке дорожной карты коммерческого развертывания производства водорода с использованием ядерной энергии. Инициатива объединяет лиц, принимающих решения, проектировщиков, руководителей проектов и операторов для обмена последними достижениями в области национальных стратегий и технологий и определения технической готовности различных технологий производства водорода с использованием ядерной энергии (<https://www.iaea.org/newscenter/news/fast-tracking-nuclear-hydrogen-iaea-to-develop-roadmap-for-commercial-deployment>). Таким образом, за исключением отдельных национальных инициатив и с учетом существующих отечественных стратегий развития в НГТУ создается ПИШ с опережением мирового уровня.

2.3. Ожидаемые результаты реализации

Дорожная карта развития инженерной школы на период 2022-2030 годы отображена в виде контрольных точек (рисунок 2.3). Ввод в действие 14 новых лабораторий и центров, 8 новых магистерских программ 11 новых программ переподготовки. В 2025 году планируется открытие базовой кафедры в РФЯЦ-ВНИИЭФ «Инженерные системы для лазеров». В указанный период будет подготовлено 1375 выпускников ПИШ по программам магистратуры и программам переподготовки.

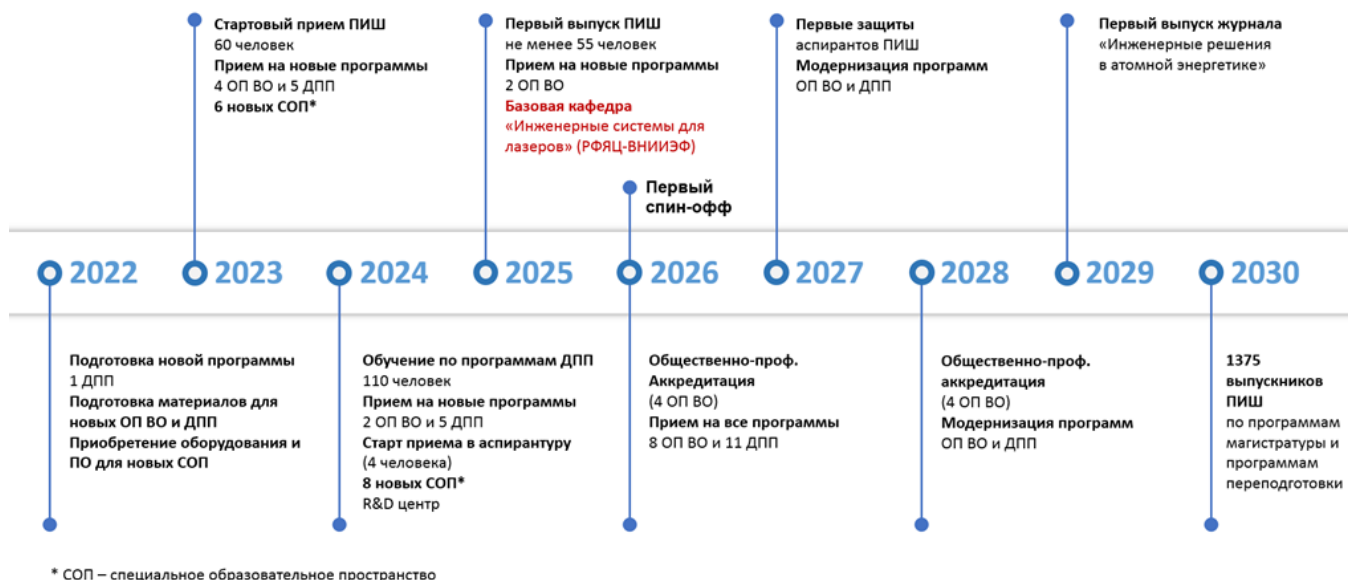


Рисунок 2.3. – Контрольные точки ПИШ

Реализация ПИШ вместе с результатами, указанными в п.2.1, позволит также получить значимые эффекты в атомной энергетике:

- Создание системы подготовки нового типа инженеров по программам атомного машиностроения, включая материаловедение, лазерные, химические и цифровые технологии, кибербезопасность энергетических систем.
- Подготовка специалистов мирового уровня для отечественной атомной промышленности, с «нулевым» периодом адаптации на предприятии.
- Подготовка инженеров с компетенциями технологического предпринимательства, способных создавать новые высокотехнологичные производства в регионе.
- Переход на качественно новый уровень определения повестки и проведения научных исследований и разработок в области атомного машиностроения в кооперации с высокотехнологичными компаниями ГК «Росатом».
- Удержание передовых позиций на мировом рынке атомного машиностроения за счет создания реакторных установок нового типа (высокотемпературные газовые реакторы).
- Ликвидация зависимости от услуг зарубежных компаний в части создания и разработки новых решений в области атомной и водородной энергетики. Повышение стабильности производства в сложившихся геополитических условиях.

3. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ

3.1. О руководителе передовой инженерной школы

Тумасов Антон Владимирович

Доцент

Кандидат технических наук

Директором ПИШ, осуществляющим операционное управление, назначен Тумасов Антон Владимирович (дата рождения 31.12.1981 г.) – к.т.н., доцент. С 2004 года работает в НГТУ: программист 2-ой категории, ассистент, старший преподаватель, доцент, заместитель директора, директор Института транспортных систем. Одновременно с 2011 года – директор ООО НПФ «ДСТ» (малое предприятие, учредителем которого является НГТУ). Автор более 200 научных работ. Награжден Почетной грамотой Минобрнауки России (2013).

Научным руководителем ПИШ является Петрунин Виталий Владимирович (дата рождения 02.01.1953 г.) – д.т.н., профессор, заслуженный конструктор Российской Федерации. За 45 лет работы в АО «ОКБМ Африкантов» последовательно прошел все этапы профессионального роста от инженера-конструктора до главного конструктора промышленных реакторов. В 2004 году назначен первым заместителем директора (с 2017 года - первый заместитель Генерального директора-Генерального конструктора) АО «ОКБМ Африкантов». Петрунин В.В. – высококвалифицированный специалист-атомщик и умелый организатор проектных и конструкторских работ по созданию новых образцов ядерной техники. Руководитель и участник многих проектов реакторных установок различного назначения: промышленных уран-графитовых и тяжеловодных реакторов для наработки ядерных оружейных материалов, реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем, водо-водяных реакторов для атомных станций малой и средней мощности, высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов. Петрунин В.В. является членом научно-технического совета (НТС) Госкорпорации «Росатом» по секции № 1 «Ядерные энергетические установки и атомные станции», совета по премиям в области науки и техники Правительства Российской Федерации по секции № 2 «Ядерная технология и техника», председатель НТС АО «ОКБМ Африкантов», председатель и заместитель председателя в двух объединенных советах АО «ОКБМ Африкантов» и НГТУ по защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук. Автор более 200 научных и научно-методических работ, опубликованных как в России, так и за рубежом, 5 авторских свидетельств на изобретения, 3 учебных пособий. Под его руководством реализована на практике система подготовки специалистов-атомщиков непосредственно в АО «ОКБМ Африкантов» с привлечением всего мощного научно-технического потенциала предприятия. С 2007 года заведует базовой кафедрой НГТУ «Конструирование атомных установок» в АО «ОКБМ Африкантов». Лауреат премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2010) и города Нижнего Новгорода в области образования (2012). Награжден Орденом Дружбы (2014), знаками отличия «Ветеран атомной отрасли и промышленности» (2002), «Академик И.В. Курчатов» 2 степени

(2008), «За заслуги перед атомной отраслью» 1 степени (2012), «Академик А.П. Александров» (2013), юбилейными медалями атомной отрасли и Минобороны России.

3.2. Система управления

В НГТУ создается новое структурное подразделение – передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии. Она осуществляет образовательную, научную и инновационную деятельность в партнерстве с основными дивизионами ГК «Росатом». Структура управления ПИШ приведена на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Структура управления ПИШ

ПИШ функционирует в рамках полной интеграции НГТУ с основными дивизионами ГК «Росатом». Научным руководителем ПИШ является Петрунин Виталий Владимирович – первый заместитель Генерального директора-Генерального конструктора АО «ОКБМ Африкантов», заслуженный конструктор России. Стратегия ПИШ реализуется совместно с Атомным кластером Нижегородской области, Нижегородским НОЦ «Техноплатформа 2035» и Экспертным советом в составе ведущих ученых и специалистов отрасли.



Рис. 3.2. Схема управления ПИШ

Система управления проектами в ПИШ отличается от существующей системы, функционирующей в университете. Новые подходы в управлении ориентированы на решение двух актуальных проблем: повышение доходности трансфера технологий, а также улучшение системности и скоординированности научных направлений исследований вуза.

Решением указанных проблем является создание в ПИШ подразделения «R&D центр», целью которого будет продвижение проектов, за счет совмещения возможностей научных коллективов ПИШ с потребностями рынка НИОКР. В составе R&D центра будут специалисты по аналитике и маркетингу, что позволит выбрать пул ключевых технологий, определить перспективные рынки и отрасли для развития и продвижения проектов ПИШ. На отдельном ресурсе ПИШ будет предложено описание ключевых технологий с открытым и удобным доступом, с размещенными тематиками научных исследований, проводимых научными коллективами ПИШ. При этом будут отображаться все стадии проектов: от находящихся на стадии идеи исследования (с целью подбора коллектива и с целью организации совместных исследований и с другими коллективами) до проектов на уровне создания опытного образца.

Для эффективного трансфера технологий из лабораторий ПИШ в реальную практику предприятий-партнеров будут решены следующие задачи:

- Формирование портфеля разработок с целью выявления объектов с высоким уровнем готовности и высокой востребованностью.
- Проведение поиска возможных коопераций с другими научными и технологическими организациями для улучшения характеристик разрабатываемых продуктов.
- Привлечение индустриальных партнеров для организации выпуска опытных образцов.
- Маркетинговый анализ рынка, «упаковка» проектов.
- Коммуникация с заинтересованными предприятиями, сопровождение сделок.

Предлагаемый формат работы должен привести к повышению объема доходов от НИОКТР (в 2...3 раза по сравнению с предыдущими объемами работ по тематикам ПИШ), а также 10-ти кратного повышения объема доходов, полученных от трансфера технологий.

3.3. Организационная структура

Структура управления ПИШ сочетает принципы проектного и операционного управления. Организационная структура *проектного* управления приведена на рис. 3.3.

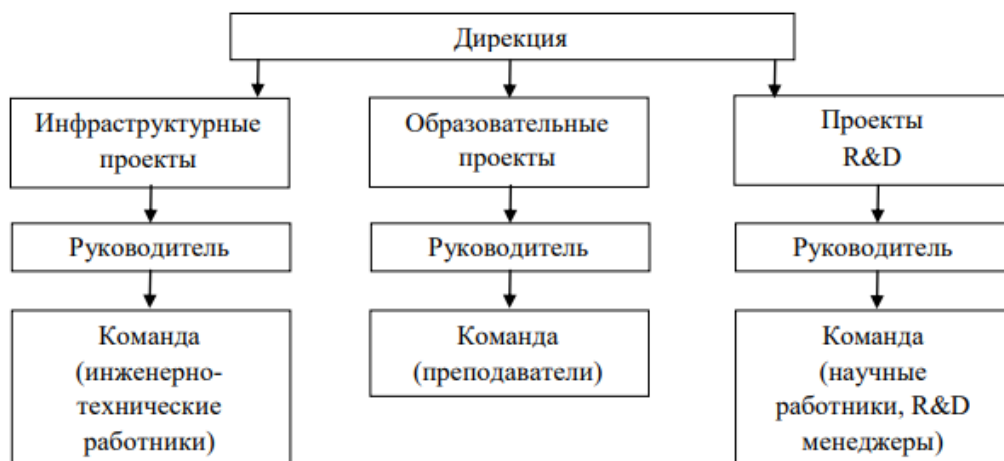


Рис. 3.3. Проектная структура управления ПИШ

Реализуются 3 типа проектов. **Инфраструктурные** проекты связаны с организацией специальных образовательных пространств (лаборатории, опытные производства, интерактивные комплексы опережающей подготовки, цифровые и кибер-физические центры, оснащенные современным высокотехнологичным оборудованием, высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением) и центра R&D. **Образовательные** проекты включают программы магистратуры и дополнительного профессионального образования. **Научные проекты** формируются в соответствии с научной повесткой по заказу предприятий-партнеров. Каждый из проектов имеет руководителя и команду. Образовательные и научные проекты дополняет кадровый потенциал, формируемый из числа преподавателей и научных работников университета и предприятий-партнеров. После окончания проектов управление осуществляется по операционному типу, реализующему функциональную организационную структуру (рис. 3.4).

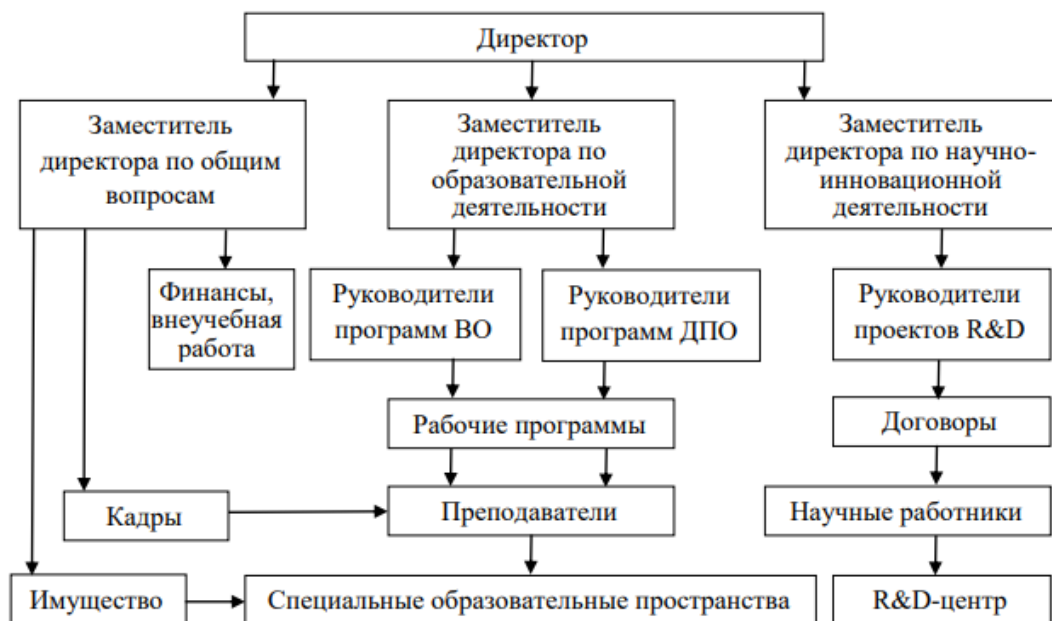


Рис. 3.4. Функциональная структура управления ПИИШ

Операционная (функциональная структура управления включает трех заместителей. В зоне ответственности заместителя директора по образовательной деятельности – руководители программ ВО и ДПО, рабочие программы, преподаватели, осуществляющие свою деятельность на специальных образовательных пространствах. В зоне ответственности заместителя директора по научно-инновационной деятельности – руководители научных проектов, договора, научные работники, осуществляющие свою деятельность в центре R&D. Заместитель директора по общим вопросам курирует делопроизводство, кадровые вопросы, имущественную деятельность, а также прочие виды деятельности (внеучебная работа со студентами и финансы).

3.4. Финансовая модель

Приоритетной целью финансовой модели ПИИШ является достижение высоких объемов финансирования, обеспечивающих реализацию образовательных, научных и инновационных проектов. В период 2022-2024 гг. финансовое обеспечение ПИИШ составят средства государственной субсидии (2022 год – 300 000 тыс. руб., 2023 год – 450 000 тыс. руб., 2024 год – 450 000 тыс. руб.), а также привлеченные внебюджетные средства (рис. 3.5). После 2024 года ПИИШ будет обладать высококомпетентным кадровым составом и развитой материально-технической базой, привлекательной для предприятий-партнеров в части размещения коммерческих заказов на обучение высококвалифицированных инженеров и проведение перспективных НИОКР.



Рис. 3.5. Финансовое обеспечение ПИИ, тыс. руб.

Внебюджетное финансирование, структура которого показана на рис. 3.6, будет обеспечиваться в первую очередь предприятиями-партнерами ГК «Росатом»: АО «ОКБМ Африкантов», АО «Атомэнергопроект», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (намерения о соответствующем финансировании ПИИ подтверждены официальными письмами предприятий). Вместе с этим внебюджетное финансирование будут составлять средства высокотехнологичных компаний, входящих в Нижегородскую Ассоциацию Промышленников и Предпринимателей (НАПП), объединяющую более 400 предприятий, научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, кредитно-финансовых и иных организаций Нижегородской области (наряду с крупными компаниями в составе НАПП действуют средние и малые предприятия). НГТУ также планирует финансировать деятельность ПИИ, вкладывая в развитие собственные средства в размере 52 000 тыс. руб. до 2030 г.

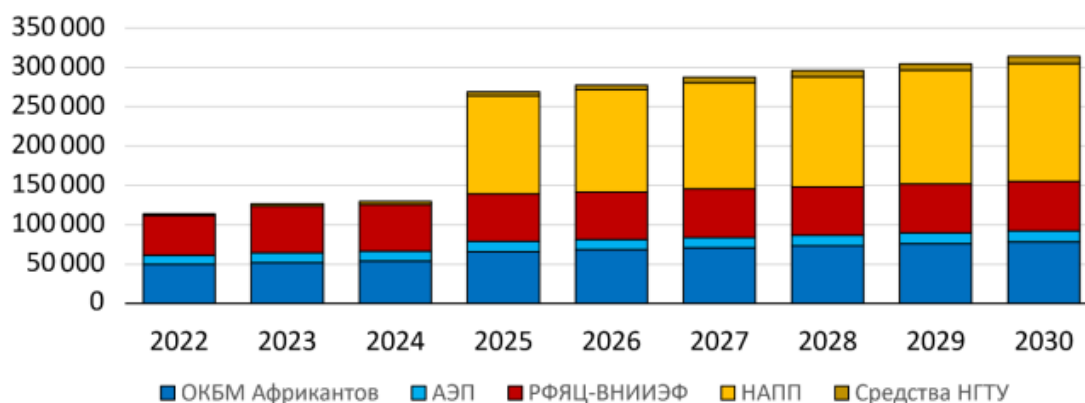


Рис. 3.6. Структура внебюджетного финансирования ПИИ, тыс. руб.

Объем внебюджетного финансирования ПИИ в 2022 году составит 37,8% от запрашиваемого объема государственной субсидии, в 2023 году – 28,2%, в 2024 году – 28,9%.

Ключевым драйвером развития ПИИ станет рост научных доходов, доля которых к 2030 г. должна составить 67 % в совокупном бюджете. Дополнительным источником доходов для вуза станут доходы от результатов интеллектуальной деятельности, которые к 2030 г. составят 20 000 тыс. руб. За период 2022-2030 гг. объем финансирования, привлеченного ПИИ на исследования и разработки в интересах бизнеса (нарастающим итогом) составит 2 061 300 тыс. руб. (рис. 3.7).

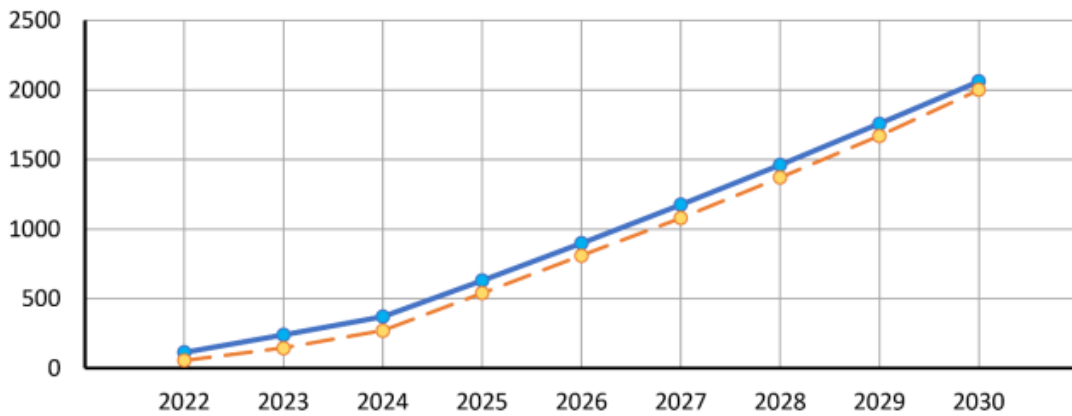


Рис. 3.7. Внебюджетные средства ПИИШ нарастающим итогом, млн руб.

Бюджетное финансирование ПИИШ в период 2022-2024 гг. будет направлено на развитие и улучшение материально-технической базы, закупку специализированных стендов и программного обеспечения, обучение и повышение квалификации ППС и управленческого персонала, формирование новых образовательных модулей. Структура расходов бюджетных средств показана на рис. 3.8.



Рис. 3.8. Структура расходов бюджетных средств, тыс. руб.

Качественные характеристики финансовой модели ПИИШ:

- формирование прозрачной и оптимизированной финансовой системы, ориентированной на эффективное взаимодействие с высокотехнологичными компаниями и промышленными партнерами;
- оптимизация управления финансовыми потоками, оперативное перераспределение средств между мероприятиями и проектами, в случае необходимости;
- формирование за счет внебюджетных средств вуза резервного фонда ПИИШ университета для развития научных исследований и поддержки молодежного технологического предпринимательства;
- создание системы управления рисками ПИИШ.

Количественные характеристики финансовой модели ПИИШ к 2030 г.:

- более 2 млрд руб. - объем финансирования, привлеченного передовой инженерной школой на исследования и разработки в интересах бизнеса, в том числе за счет роста дохода от НИОКР, роста дохода от коммерциализации и трансфера технологий;
- с 2025 года ПИШ будет обеспечиваться исключительно средствами внебюджетного финансирования;
- 6 млн руб. резервного фонда ПИШ университета.

Для реализации финансовой модели и обеспечения финансовой устойчивости Передовая инженерная школа будет выделена в центр финансовой ответственности университета с собственным бюджетом, на основе принципов раздельного учета. С целью формирования полной, достоверной и оперативной информации о финансовом состоянии ПИШ будет создана система финансового мониторинга, в которой в режиме реального времени руководители проектов ПИШ смогут увидеть план/факт выполнения финансовых показателей ПИШ, бюджет доходов и расходов в разрезе проектов, бюджет движения денежных средств в разрезе направлений расходования средств.

Основные принципы функционирования финансовой модели:

- модернизация и цифровизация административных процессов в области управления финансами с учетом требований индустриального партнера;
- обучение сотрудников ПИШ управлению финансами проектов;
- определение KPI центра и отдельных проектов ПИШ;
- оперативный контроль за выполнением KPI, соотношением внебюджетных и бюджетных источников финансирования школы, а также направлениями расходования средств, перераспределение средств между мероприятиями в случае необходимости;
- ежеквартальный отчет руководителя ПИШ, утверждаемый Советом ПИШ;
- формирование резервного фонда ПИШ университета для развития научных исследований, поддержки молодежного технологического предпринимательства и быструю адаптацию к изменениям.

Руководитель школы будет отвечать за достижение запланированного финансового результата и принимать, соответствующие своим полномочиям, управленческие решения финансового характера.

4. ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНИРУЕМОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ

4.1. Научно-исследовательская деятельность

В НГТУ выполнены работы в интересах ГК «Росатом» по созданию отечественного ядерного топлива для российских и зарубежных АЭС и обоснованию новых конструкционных решений для ядерных реакторов атомных ледоколов и плавучих энергоблоков.

В 2021 году между АО «ОКБМ Африкантов» и НГТУ заключены договоры на выполнение НИР по темам: «Экспериментальные исследования локальной гидродинамики и процессов перемешивания теплоносителя в выходном участке ТВС кассетного типа», «Экспериментальные исследования гидродинамики и межкассетного взаимодействия потока теплоносителя в активной зоне реактора PWR с ТВС-КВАДРАТ», «Экспериментальные исследования ресурсных характеристик конструкционного материала ЯЭУ с различной технологией изготовления в условиях стохастически изменяющихся температурных полей от воздействия потока теплоносителя». Результаты проведенных исследований используются АО «ОКБМ Африкантов» в качестве базы опытных данных при расчетах теплотехнической надежности активных зон, а также для валидации CFD-программ и тестирования прикладных теплогидравлических кодов. Расширяется экспериментальная база по исследованию влияния температурных пульсаций на долговечность образцов труб из нержавеющей стали для валидации пакета программ ЛОГОС при обосновании ресурса теплообменного оборудования. В интересах АО «ОКБМ Африкантов» также ведутся работы по созданию и внедрению современных методов и средств интеллектуальной диагностики нового поколения «Использование средств диагностики для оценки и прогнозирования степени водородного охрупчивания в титановых сплавах в системе теплообмена». В результате будет разработана и внедрена система контроля степени охрупчивания теплообменников АЭУ.

Одним из постоянных партнеров НГТУ является входящее в контур ГК «Росатом» ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». Это крупнейшее отечественное научное и производственное предприятие, ведущее разработки высокотехнологической продукции для научного лидерства и обеспечения обороноспособности страны. Результаты работы предприятия имеют неопределимое влияние на достижение технологического суверенитета РФ. Примерами таких разработок служат лазеры с высокой плотностью энергии и программы трехмерного моделирования физических процессов. К последним относится пакет программ «ЛОГОС», не уступающий мировым аналогам. С 2016 года в НГТУ выполняется комплекс НИР, направленный на верификацию пакета программ «ЛОГОС». В рамках работ были проведены исследования теплообмена в модели парогенератора реактора с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем, исследования смешения неизотермических потоков теплоносителя в модели кольцевой камеры и нижнего коллектора реактора для плавучей АЭС. Результаты работ легли в основу вносимых корректировок в методики проведения расчетов. Выполнен проект по теме «Разработка автономного источника питания». Разработана эскизная конструкторская документация и изготовлен экспериментальный образец автономного

импульсного источника электропитания систем высокой плотности энергии на базе литий-железо-фосфатных аккумуляторных батарей.

В НГТУ ведутся многолетние исследования в области создания кибербезопасных устройств защиты и управления электрических сетей, разработки и исследования систем генерации электроэнергии на основе топливных элементов, повышения эффективности автономных генераторных установок, создания преобразователей параметров электрической энергии.

В рамках сотрудничества с Институтом лазерно-физических исследований РФЯЦ-ВНИИЭФ был создан стенд исследования гидравлических и тепловых характеристик систем термостабилизации газового лазера. Выполнена разработка, изготовление и испытания экспериментального образца автономного импульсного источника питания лазерных диодных модулей. По результатам работ введены изменения в инженерные системы обеспечивающие работу лазеров, что позволило повысить удельные характеристики лазерных систем.

В партнерстве с филиалом РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова» развивается научное направление, связанное с исследованиями и разработкой моделей и алгоритмов программно-аппаратных средств для обеспечения кибербезопасности систем верхнего уровня автоматизированных систем управления технологическими процессами атомных электростанций. За последние 5 лет разработаны алгоритмическое обеспечение защищенности СВУ АСУ ТП АЭС от киберугроз, а также программное обеспечение информационной системы поддержки принятия решений для обеспечения кибербезопасности. Построены алгоритмы реконфигурирования отказоустойчивой вычислительной системы на основе инвариантно-группового подхода для многофункциональной вычислительной системы, разработанной филиалом РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова».

В НГТУ создана базовая научно-исследовательская лаборатория АО «ОКБМ Африкантов» «Реакторная гидродинамика», оснащенная уникальной материально-технической базой для проведения исследований. В 2016 году введен в эксплуатацию не имеющий аналогов в мире крупномасштабный экспериментальный стенд исследования смешения потоков в моделях оборудования ЯЭУ. Конфигурация стенда позволяет проводить комплекс работ по решению большого спектра научных задач. Лаборатория проводит комплекс расчетно-экспериментальных исследований для обоснования работоспособности и эффективности основного оборудования реакторов ВВЭР-1000, PWR, реакторных установок РИТМ-200 и КЛТ-40С.

На базе НГТУ функционируют современные лаборатории «Цифровое моделирование электроэнергетических систем в реальном времени», «Автономные электростанции», «Интеллектуальные электрические сети и распределенная энергетика». Функционирует уникальный программно-аппаратный комплекс цифрового моделирования в реальном времени RTDSNovaCor.

Для создания технологии жаропрочных композиционных материалов нового поколения на никелевой основе с нанодисперсным упрочнением с применением технологии аддитивного выращивания и ГИП в НГТУ существует лаборатория «Функциональные материалы» и научно-

учебный центр «Материаловедение и лазерные технологии», оснащенные современным оборудованием для исследования химического состава металлов и сплавов.

В АО «ОКБМ Африкантов» более 14 лет, начиная с 2008 г., успешно функционирует базовая кафедра «Конструирование атомных установок» НГТУ. На базовой кафедре ежегодно проходят обучение около 25 студентов Института ядерной энергетики и технической физики, зачисленных по результатам конкурсного отбора. На кафедре обучено 757 человек, 234 человека прошли преддипломную стажировку в подразделениях предприятия и выполнили дипломные проекты по тематике предприятия, 155 человек трудоустроены в АО «ОКБМ Африкантов».

В 2013 году в АО «НИАЭП» (ныне АО «Атомэнергопроект») университет открыл базовую кафедру «Системы управления жизненным циклом сложных инженерных объектов». За период своего существования на кафедре прошли обучение более 250 человек, которые успешно трудоустроились в инжиниринговом дивизионе ГК «Росатом». Обучающиеся прошли стажировки на 10 строительных площадках ГК «Росатом», в том числе в Республики Беларусь, Китае, Турции, Бангладеш. Выполнен комплекс учебно-методических и научных работ в интересах атомной отрасли.

На базе АО «ОКБМ Африкантов» и НГТУ созданы два объединенных диссертационных совета (открытый и специальный) по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по специальностям: 05.04.11 «Атомное реакторостроение, машины, агрегаты и технология материалов атомной промышленности», 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации». В период 2012-2021 гг. 27 специалистов защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, 2 специалиста - на соискание ученой степени доктора наук.

Приоритетом научно-исследовательской политики является развитие технологии применения реакторов типа ВТГР, разработчиком которых является АО «ОКБМ Африкантов», для получения высокопотенциального тепла с температурой 850-1000° С для дальнейшего его использования с целью получения водорода. Также приоритетом является производство водорода из углеводородного сырья, хранение, транспортировка и использование водорода в энергетике и машиностроении.

В рамках программы ПИШ одним из направлений научно-исследовательской политики является экспериментальные исследования гидродинамики и численное моделирование тепломассообменных процессов в элементах активных зон и теплообменном оборудовании высокотемпературных газовых реакторов. В ходе реализации направления будут изучены на моделях элементов реакторного оборудования особенности течения теплоносителя, тепломассообмен неизотермических потоков. Исследование этих процессов является актуальной и важной задачей с точки зрения отсутствия натуральных объектов и, соответственно, опыта эксплуатации.

Результатом экспериментальных исследований станут оценки расходов и температур теплоносителя, влияния геометрии и конструкционных особенностей внутриреакторного

оборудования на смешение потоков. Эти результаты дадут представление АО «ОКБМ Африкантов» о свойствах потока теплоносителя, температурных градиентах и пульсациях на поверхностях теплообмена, что непосредственно влияет на целостность и ресурс конструкций и, непосредственно, на безопасность эксплуатации.

В рамках программы предусмотрено создание опытных образцов киберзащищенных интеллектуальных электронных устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов атомной отрасли на основе отечественной элементной базы, программного обеспечения и технологий, а также с интерфейсами цифровой обработки сигналов, соответствующими стандартам Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Будут разработаны киберзащищенные цифровые системы управления электроприводами атомных станций на отечественной элементной базе с применением отечественных микропроцессорных систем и программного обеспечения собственной разработки.

Будут разработаны решения по повышению безопасности при использовании водорода в электроснабжении промышленных объектов (и на транспорте), повышению ресурса работы энергоустановок на основе водородных топливных элементов, а также повышению эффективности электроснабжения потребителей на основе совместного использования водородных топливных элементов и других типов источников и накопителей электроэнергии (различной мощности).

Будут разработаны и исследованы компактные системы электропитания модульного типа для различных конструкций лазерных систем, в том числе на основе автономных источников энергии (литий-ионных аккумуляторов, дизель-генераторных установок).

Планируется ряд исследований по направлению цифрового управления процессами АЭС, результатами которых будут являться методы, алгоритмы и защищенные модули адаптивного управления цифровыми двойниками процессов АЭС, технологии создания встраиваемых интеллектуальных самоорганизующихся диагностических систем, тренажеров и симуляторов внештатных ситуаций на основе микросервисной архитектуры.

Развитие аддитивных технологий является одним из приоритетных направлений в ГК «Росатом». НГТУ вошел в консорциум вузов, основной целью которого является создание сети центров технологического развития промышленного комплекса России. Помимо вузов в консорциуме участвуют ГК «Росатом», ГК «Роскосмос», ряд других высокотехнологичных корпораций. Для развития направления «Аддитивные технологии» АО «ОКБМ Африкантов» в НГТУ будут созданы Центр аддитивных и лазерных технологий и лаборатория жаропрочных и композиционных материалов. Будут разработаны:

- технологии горячего изостатического прессования (ГИП) композиционных материалов, полученные методом аддитивного выращивания;
- технологии получения жаропрочных материалов с использованием технологий аддитивного спекания порошков;

- технологии термической обработки материалов для конструкций ВТГР, работающих на сверхкритических параметрах теплоносителя;
- жаропрочные композиционные материалы нового поколения на никелевой основе с нанодисперсным упрочнением с улучшенными механическими свойствами с применением технологий аддитивного выращивания и ГИП;
- новые методы оперативной оценки качества композиционных материалов.

Правительством РФ утвержден план по развитию водородной энергетики в Российской Федерации (дорожная карта), включающий реализацию программы ГК «Росатом» в области производства водорода на атомных станциях (распоряжение Правительства РФ от 12.10.2020 г. № 2634-р). Приоритетами являются разработка отечественных низкоуглеродных технологий производства водорода методами конверсии, пиролиза метана, электролиза и других технологий, в том числе с возможностью локализации зарубежных технологий. В рамках этих направлений в НГТУ предусмотрено создание технологий по экологически чистым промышленным производствам водорода: плазмохимические технологии получения водорода, технологии получения биогаза, совершенствование технологии получения водорода экологически безопасным способом электролиза водных растворов со снижением энергозатрат. Будет разработана плазмохимическая технология переработки углеводородного сырья (природного газа, тяжелых нефтей и нефтяных фракций) при действии неравновесной нетермической плазмы с получением газообразных продуктов: водорода (40-60 % мол), ацетилена (30-50 % мол.), этилена (5-12 % мол.), углеводородов C3-C7 (5-11 % мол.). Для снижения энергозатрат при получении водорода электролитическим путем будут разработаны решения, позволяющие интенсифицировать данный процесс (повышение плотности тока за счет использования новых композиций и газопроницаемых конструкций электродов, порошковых металлокерамических, порометаллов, катодного нанесения активных слоев с учетом электрокапиллярных явлений, а также замены анодного процесса выделения кислорода на более энергосберегающий).

В рамках исследования по обеспечению прочности, динамики, ресурса и надежности объектов водородной энергетики планируется разработка передовых методик расчета конструкций при сложных физико-механических воздействиях для разрабатываемых энергетических установок, средств хранения и транспортировки водорода.

Одним из эффектов реализации научно-исследовательской политики будет существенный вклад в реализацию приоритетов программы развития ГК «Росатом» в области новой энергетики, а именно – атомно-водородной. Развитие этого направления позволит РФ удерживать передовые позиции на мировом рынке атомного машиностроения за счет создания реакторных установок нового типа ВТГР. Реализация проектов программы позволит:

- обеспечить киберзащищенность электроэнергетических систем атомных станций на основе применения отечественной элементной базы и программного обеспечения;
- решить проблему расширения сферы применения водорода для стимулирования внутреннего спроса на него за счет развития технологий эффективного и безопасного использования водородных энергоносителей в электроэнергетике.

Разработанные новые цифровые технологии повысят степень расширяемости, адаптивности и кибербезопасности систем мониторинга, диагностики и управления критически важными объектами АЭС, будут способствовать ускорению темпов модернизации АСУ ТП, сокращению времени их интеграции с оборудованием АЭС нового поколения, с новыми системами управления промышленной безопасностью, современным отечественным оборудованием, поддерживающим открытые стандарты, а также с системами резервирования и аварийных защит.

Реализация проектов будет способствовать выполнению утвержденной федеральным правительством дорожной карты «Технологии новых материалов и веществ» до 2030 года в части аддитивных технологий, увеличить спектр деталей, изготавливаемых методом аддитивных технологий, в том числе из композитных металлических порошков по технологии лазерного плавления металлического порошка на собственных предприятиях ГК «Росатом».

Программа инновационного развития и технологической модернизации ГК «Росатом» до 2030 года (в гражданской части) – один из главных инструментов достижения стратегической цели ГК «Росатом» по обеспечению глобального лидерства. В части водородной стратегии ГК «Росатом» реализация проектов позволиткратно увеличить производство атомного водорода, что будет способствовать декарбонизации и увеличит долю атомной энергии в энергобалансе РФ.

Развитие тематики расчетно-экспериментальных исследований по направлению прочности, динамики и ресурса объектов инфраструктуры и транспортировки водорода позволит существенно улучшить качество и результаты проектирования энергетических установок, используемых в водородной энергетике.

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
Импульсные источники электропитания	45.00.00 Электротехника	01.09.2022	31.12.2030	РФЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП
Технологии построения самоорганизующихся цифровых систем управления с обеспечением адаптивности	Теория кибернетических систем управления	01.09.2022	31.08.2031	РФЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП
Исследования гидродинамики и теплообмена в активных зонах и основном оборудовании высокотемпературных ядерных реакторов с газовым теплоносителем	58.00.00 Ядерная техника	01.01.2023	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО
Биотехнологии в производстве водорода и утилизации углекислого газа при паракислородном риформинге метана на АЭС с РУ ВТГР	62.00.00 Биотехнология	01.01.2023	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО
Разработка расчетных моделей динамики, прочности, ресурса и надежности объектов инфраструктуры и средств транспортировки водорода	30.00.00 Механика	01.01.2023	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО НАПП РОР
Разработка комплекса экспериментальных исследований материалов и структур, используемых в водородной энергетике	30.00.00 Механика	14.01.2024	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО НАПП РОР

Численное моделирование и цифровые технологии (использование CFD-программ) разработки проектирование оборудования реактора типа ВТГР с использованием CFD-программ	58.00.00 ГРНТИ Ядерная техника	Дата начала 01.01.2023	Дата завершения 31.12.2030	Задействованные в реализации, выделенные ресурсы АО «ОКБМ Африкантов» партнёры РЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП
Технологии электронного управления топливоподачей многопливных транспортных и стационарных поршневых двигателей	44.00.00 Энергетика	01.01.2023	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО НАПП РОР
Кибербезопасные электроэнергетические системы атомных станций	44.00.00 Энергетика	01.09.2022	31.12.2030	АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО
Плазмохимические технологии получения водорода и наноразмерных углеродных материалов	44.00.00 Энергетика	01.09.2023	31.12.2026	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО
Создание новых жаропрочных композитных материалов на никелевой основе с оксидным нанодispersным упрочнением (ДУО/ODS) для конструктивных элементов реа	53.00.00 Металлургия	01.09.2023	31.12.2026	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО
Технологии синтеза и реконфигурирования виртуальных тренажеров для отработки внештатных ситуаций на АЭС	Теория кибернетических систем управления	01.09.2024	31.08.2031	РЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП
Водородные технологии в электроэнергетике	44.00.00 Энергетика	01.09.2022	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО
Цифровые системы управления электроприводами атомных станций	45.00.00 Электротехника	01.09.2022	31.12.2030	АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО ОКБМ АФРИКАНТОВ АО

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

Эффективность учебной, научной деятельности вуза и развития его инновационной инфраструктуры представляет собой инновационный потенциал вуза – меру его готовности выполнить задачи, обеспечивающие достижение поставленных инновационных целей.

В НГТУ выполнены комплексные экспериментальные и расчетные работы в интересах ГК «Росатом». По результатам работ изучены закономерности течения теплоносителя в активных зонах реакторных установок отечественного и зарубежного дизайна (ВВЭР, PWR, КЛТ-40С, РИТМ-200 и РИТМ-400), предложены технические решения позволяющие повысить единичную мощность реактора. Разработаны рекомендации по интенсификации процессов теплообмена в активной зоне водо-водяных ядерных реакторов. Данные рекомендации внедрены в ядерные энергетические установки, разрабатываемые в АО «ОКБМ Африкантов». Создан банк опытных данных, необходимых для верификации и валидации отечественного кода трехмерного моделирования «ЛОГОС», разработчик ФГУП РЯЦ-ВНИИЭФ. Проведена кросс-верификация пакета программ «ЛОГОС», необходимая для обоснования представительности российского программного продукта. Выполнен комплекс работ, направленный на оценку ресурса и долговечности тепломеханического оборудования перспективных ядерных энергетических установок (разработчик АО «ОКБМ Африкантов»).

Разработана и создана цифровая трансформаторная подстанция с трансформаторно-тиристорным регулятором напряжения и мощности с расщепленной первичной обмоткой трансформатора и

ключами однонаправленного тока 10/0,4 кВ 400 кВА. Подстанция внедрена в эксплуатацию в электрические сети г. Н. Новгорода для электроснабжения объектов НГТУ. Разработаны и изготовлены опытные образцы терминалов интеллектуальной цифровой защиты. Образец устройства напряжением 6 кВ внедрен в опытно-промышленную эксплуатацию в ПАО «Россети».

Всего по тематике ПИШ за 2012-2022 гг. был выполнен объем НИОКТР в размере 4,5 млрд руб., в том числе по хоздоговорам на 4,18 млрд руб., при этом созданные в ходе их выполнения результаты интеллектуальной деятельности были внедрены на предприятиях ГК «Росатом».

За период с 2012 по 2021 гг. промышленным предприятиям и высокотехнологичным предприятиям было передано по лицензионным договорам и договорам отчуждения 123 объекта интеллектуальной собственности.

Политика НГТУ в области инноваций и коммерциализации разработок направлена на внедрение результатов НИОКТР в реальный сектор экономики. В ПИШ будет создан центр исследований, разработок и инноваций (R&D-центр), который станет основным драйвером нового роста, выполнит целый ряд системообразующих сквозных функций и обеспечит устойчивый рост и диверсификацию рынков НГТУ. Кроме проведения исследований, деятельность R&D-центра позволит осуществлять масштабирование технологических процессов, трансфер технологий, изготовление образцов и также мелкосерийное производство, используя возможности создаваемых в рамках ПИШ специальных образовательных пространств. Приоритетные направления развития трансфера технологий – лицензионные договоры, договоры о технической поддержке и соглашения о стратегическом партнерстве. Привлечение авторов технологии в процесс трансфера обеспечит более тесное сотрудничество с высокотехнологическими компаниями, что поспособствует полной передаче знаний и компетенций.

4.3. Образовательная деятельность

Основу деятельности ПИШ составят новые образовательные программы магистратуры, формируемые по заказу высокотехнологичных предприятий-партнеров. Ключевой портфель программ будет разработан в 2022 году и будет включать вопросы проектирования и эксплуатации ядерных реакторных установок нового типа. В дальнейшем будут вводиться новые программы, связанные с вопросами кибербезопасности атомных станций, водородной энергетики.

Для осуществления намеченной цели университету присутствует интеграция и кооперация с крупнейшими индустриальными партнерами, основными элементами которой являются:

1. Генеральные соглашения о стратегическом партнерстве в области подготовки инженерных и научных кадров с крупнейшими высокотехнологичными предприятиями: АО «Атомэнергопроект», ФГУП «Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (г. Саров), АО «Опытно-конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова», ФИЦ ИПФ РАН и др. (32 соглашения).

2. Система высокотехнологичных базовых кафедр (16 базовых кафедр, количество обучающихся – 752 чел. в 2021 г.). Реализуются различные компоненты образовательных программ.

3. Практико-ориентированное, целевое обучение. Система практической подготовки с участием промышленных партнеров дает возможность расширения целевой подготовки под заказ с уникальным профилем компетенций. Доля обучающихся по договорам о целевом обучении по образовательным программам высшего образования (ОП ВО) бакалавриата, магистратуры и специалитета к общей численности обучающихся в 2021 году составляла 12,6 %. Количество комплексных договоров с ведущими промышленными партнерами о проведении практик – 99, количество долгосрочных договоров о проведении практик – 132 договора.

4. Формирование уникальных профессиональных навыков на выездных практиках по Российской Федерации. Студенты проходят практику на Кольской и Ленинградской АЭС, СРЗ «Нерпа» (Мурманская обл.), АО «ЦС «Звездочка» (Архангельская обл.), АО ПО «Севмаш» (г. Северодвинск), ПАО «МСЗ (Элемаш)» (Московская обл.), АО «Северо-Восточный ремонтный центр» (г. Вилючинск Камчатский край), ПИЯФ-филиал Курчатowski институт (Ленинградская обл.), ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (г. Саров) и др.

5. Ежегодно к образовательному процессу, привлекается более 500 человек высокопрофессиональных ведущих специалистов предприятий для:

- организации и проведения всех видов практик студентов;
- консультирования при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР) студентов;
- участия в формировании тем ВКР;
- обеспечения рецензирования ВКР;
- проведения циклов лабораторных работ на высокотехнологичном оборудовании предприятий;
- чтения специальных курсов, обеспечивающих учебно-научную и конструкторско-технологическую подготовку и специализацию по профилю отрасли и организации;
- руководства подготовкой диссертационных работ на соискание ученых степеней соответствующего профиля аспирантами и соискателями;
- разработки программ целевой подготовки специалистов для организаций по согласованным основным и дополнительным обязательным учебным программам, формируемым рабочей группой, состоящей из ведущих специалистов организаций и преподавателей НГТУ;
- проведения совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по заказам организаций.

6. Ежегодная Ярмарка вакансий для студентов и выпускников, где принимают участие более 80 крупных предприятий Нижегородского региона и России. В программе предусмотрены стендовые сессии, презентации предприятий, мероприятия по карьерному развитию. Ежегодно с 2015 года в НГТУ проходит День карьеры ГК «Росатом». Студенты знакомятся с предприятиями и получают представление об отраслевых требованиях к молодым специалистам непосредственно от работодателей.

Подготовка специалистов реализуется через проектно-ориентированное обучение (ПОО), особенностью которого является вовлечение промышленных партнеров в проектную деятельность. С 2017 по 2021 г. вузом заключено 25 соглашений с предприятиями для взаимодействия в рамках ПОО. К проектной деятельности привлечены 35% студентов, обучающихся по приоритетным направлениям модернизации и технологического развития российской экономики.

Для определения и корректировки целей образовательных программ, а также результатов обучения проводится мониторинг соответствия качества подготовки выпускников НГТУ требованиям работодателей, путем ежегодного анкетирования промышленных партнеров НГТУ.

Ключевые приоритеты и направления образовательной деятельности ПИШ:

1. Разработка новых ОП ВО, формирование системы их постоянного обновления и модернизации (по запросу работодателей).
2. Опережающая подготовка кадров по востребованным предприятиями ГК «Росатом» видами профессиональной деятельности: исследователь, конструктор, проектировщик, технолог, эксплуатационник. Количество обучающихся, прошедших обучение в ПИШ по образовательным программам высшего образования и дополнительным профессиональным программам, трудоустроившихся в российские высокотехнологичные компании и на предприятия составит в 2025 г. – 55 человек, и на конец 2030 г. – 1375 человек (нарастающим итогом).
3. Встраивание в структуру учебных дисциплин сквозных образовательных технологий (общее число сквозных образовательных технологий 13).
4. Привлечение к преподаванию в НГТУ инженеров-практиков: в 2022 году будут привлечены 10 человек, к концу 2030 года 55 человек.
5. Реализация партнерских образовательных программ сетевой формы обучения с образовательными организациями технического профиля, в которых не созданы ПИШ. На конец 2026 г. – 52,5%, на конец 2030 г. – 111,6%.
6. Проведение повышения квалификации и 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 ОП ВО ПИШ, 363 человека.
7. Совершенствование материально-технической базы. В ПИШ будут созданы следующие специальные образовательные пространства (СОП): 8 научно-технологических и 3 экспериментальные лаборатории, 2 интерактивных комплекса опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий и одно опытное производство (6 СОП в 2023 г. и 8 СОП в 2024 г.).
8. Формирование дополнительных квалификаций, таких как лидерство и умение работать в команде. Будут разработаны программы ДПП: Agile технологии в управлении персоналом, риск-менеджмент по международным стандартам Advanced Level.

В структуру ОП ВО будут встроены сквозные образовательные технологии (табл. 4.1.).

Таблица 4.1. - Применение в передовых инженерных школах сквозных технологий

Наименование сквозных технологий		Применение сквозных технологий в ОП ВО						
		09.04.01	13.04.02	13.04.03	14.04.01	14.04.02	18.04.01	22.04.01
1.	цифровое проектирование и моделирование							
2.	разработка и применение цифровых двойников							
3.	передовые производственные технологии							
4.	новые материалы и аддитивные технологии							
5.	робототехника и мехатроника							
6.	технологии сенсорики							
7.	технологии беспроводной связи и «интернета вещей»							
8.	кибер-физические системы							
9.	искусственный интеллект и большие данные							
10.	электротранспорт							
11.	возобновляемая и водородная энергетика							
12.	интеллектуальные и беспилотные транспортные системы							
13.	управление свойствами биологических объектов							

Повышение квалификации и профессиональная переподготовка на базе высокотехнологичных компаний, управленческих команд и ППС ПИШ и образовательных организаций ВО, реализующих ОП инженерного профиля по специальностям и направлениям подготовки ВО для будет проходить по 4 программам:

- Теплообменное оборудование установок с ВТГР.
- Физика ядерных реакторов с газовым охлаждением.
- Газодувные машины реакторных установок с газовым теплоносителем.
- Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы как источник высокопотенциального тепла.

Ожидаемые эффекты

ПИШ представляет из себя новую модель взаимодействия с индустриальными партнерами, направленную на генерацию уникальных решений в основных областях деятельности: атомная энергетика и лазерные системы. Обучение в ПИШ, построенное по принципу «образование через науку» позволяет в полной мере удовлетворить запросы предприятий ГК «Росатом», готовить выпускников под конкретное рабочее место: от конструктора и проектировщика, до технолога и эксплуатационщика. Отдельный тип выпускников с предпринимательскими компетенциями ориентированы на создание спин-офф компаний для коммерциализации инновационных разработок, а также с управленческими компетенциями по созданию инженерных групп для решения междисциплинарных задач. ПИШ имеет гарантированные заявки от дивизионов ГК «Росатом» на трудоустройство выпускников до 2030 года.

Реализация ПИШ позволит получить значимые эффекты. В области образования будет сформирована система подготовки нового типа инженеров по программам атомного

машиностроения и систем высокой плотности энергии с «нулевым» периодом адаптации на предприятии. В области науки – удержание передовых позиций на мировом рынке атомного машиностроения за счет создания реакторных установок нового типа. В области инноваций – подготовка инженеров с компетенциями технологического предпринимательства, способных создавать новые высокотехнологичные производства в регионе.

Ключевым эффектом реализации ПИШ станет масштабирование полученного опыта на все образовательные подразделения вуза. К 2030 году весь университет будет работать в парадигме ПИШ.

Масштабирование деятельности ПИШ будет реализовано в рамках сотрудничества с Региональным объединением работодателей «Нижегородская Ассоциация промышленников и предпринимателей», объединяющей более 400 предприятий, научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро Нижегородской области. Широкий спектр партнеров позволит внедрить наработки ПИШ в различных технических сферах: от энергетики до транспортного машиностроения.

НГТУ планирует масштабировать результаты ПИШ на деятельность вузов-партнеров. В рамках сотрудничества с Ташкентским государственным транспортным университетом (Узбекистан) запланировано создание «Высшей инженерной школы» в области энергетики, электротранспорта и электромобилей. Опыт и компетенции ПИШ НГТУ будут лежать в основе ВИШ Ташкентского вуза.

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, высокотехнологичные компании партнёры
Разработка программного обеспечения реального времени для ОС QNX Neutrino	Информатика и вычислительная техника	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2023	31.08.2031	РФЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП
Цифровые технологии управления технологическими процессами атомных станций нового поколения	Информатика и вычислительная техника	Магистратура	01.09.2023	31.08.2031	РФЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП
Методы и средства измерений теплотехнических параметров ЯЭУ	Ядерная энергетика и технологии	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2023	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО
Кибербезопасность электроэнергетических систем атомных станций	Электро - и теплоэнергетика	Магистратура	01.09.2024	31.08.2031	АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО
Применение лазерных технологий в машиностроении	Машиностроение	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2023	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО РФЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП

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
					НАПП РОР
Расчет прочности, динамики, ресурса и надежности инфраструктуры и средств транспортировки водорода	Машиностроение	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2023	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО НАПП РОР
R&D менеджмент	Экономика и управление	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2024	30.06.2031	НАПП РОР ОКБМ АФРИКАНТОВ АО РФЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО
Монтаж, техническое обслуживание и ремонт энергетических установок, работающих на водородном топливе	Машиностроение	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2024	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО НАПП РОР
Цифровое моделирование электроэнергетических систем атомных станций в реальном времени	Электро - и теплоэнергетика	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2024	31.12.2030	АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО
Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки	Ядерная энергетика и технологии	Магистратура	01.09.2023	31.08.2031	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО
Энергетические установки на водородном топливе	Машиностроение	Магистратура	01.09.2025	31.08.2031	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО НАПП РОР
Техника и технологии водородной энергетики	Химические технологии	Магистратура	01.09.2024	31.08.2031	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО НАПП РОР
Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов	Технологии материалов	Магистратура	01.09.2023	31.08.2031	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО
Администрирование и оптимизация Astra Linux для систем мониторинга и цифрового управления технологическими процессами.	Информатика и вычислительная техника	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2023	31.08.2031	РФЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП
Ядерное топливо и основное оборудование высокотемпературных газовых реакторов	Ядерная энергетика и технологии	Магистратура	01.09.2023	31.08.2031	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО
ESG стратегия промышленного предприятия	Экономика и управление	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2024	31.12.2030	АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ 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
					ОКБМ АФРИКАНТОВ АО РФЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП НАПП РОР
Вычислительная гидродинамика и теплообмен реакторных установок (в пакете программ ЛОГОС)	Ядерная энергетика и технологии	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2022	31.12.2030	РФЯЦ - ВНИИЭФ ФГУП
Автономные электрогенерирующие комплексы на основе водорода	Электро - и теплоэнергетика	Магистратура	01.09.2025	31.08.2031	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО
Системы цифрового управления технологическим оборудованием атомных станций	Электро - и теплоэнергетика	Дополнительное профессиональное образование	01.09.2024	31.12.2030	ОКБМ АФРИКАНТОВ АО АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ АО

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

В процессе обучения предусмотрено прохождение практик и стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками. В 2022 году не менее 7 студентов технологической магистратуры, пройдут стажировки (вне рамок образовательного процесса), по дополнительным компетенциям в области виртуальных исследований гидро- и газодинамических процессов реакторных установок, в том числе в формате работы с наставниками.

Для прохождения практик и стажировок в ПИШ предусмотрены гранты на возмещение расходов студентов.

4.3.3. Принципы отбора кандидатов на обучение в передовой инженерной школы

В целях привлечения кандидатов на обучение в ПИШ проводятся мероприятия по информированию о программах приема в магистратуру, как в регионе, так и за его пределами. К освоению образовательных программ допускаются лица, имеющие высшее образование, подтвержденное соответствующим документом об образовании и о квалификации. Прием в ПИШ будет проходить на конкурсной основе с целью выявления наиболее способных и подготовленных абитуриентов к освоению образовательных программ ПИШ.

Конкурсный отбор осуществляется на основании рейтингового показателя, включающего в себя:

- балл, полученный кандидатом на вступительном испытании в форме экзамена;

- балл за индивидуальные достижения;
- балл, полученный по результатам собеседования.

Вступительное испытание в форме экзамена проводится в письменной форме по утвержденным программам. Балл за индивидуальные достижения формируется комиссией на основе портфолио кандидата, учитывающего:

- публикации в научных изданиях, по соответствующему направлению; публикаций в ведущих научных журналах (из перечня РИНЦ, Scopus, WoS) по профилю ПИШ;
- документов, подтверждающих участие в международных, всероссийских, областных и городских студенческих олимпиадах или конкурсах, грантах на проведение НИР по профилю ПИШ;
- публикаций в материалах международных и (или) всероссийских конференций по профилю ПИШ;
- средний балл диплома о высшем образовании;
- наличие зарегистрированных охранных документов на результаты интеллектуальной деятельности;
- участие в выполнении НИОКР по профилю ПИШ;
- стипендии Президента и Правительства РФ, именные и отраслевые стипендии.

Первый прием в магистратуру состоится в 2023 году по программам направлений подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии», 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», 22.04.01 «Материаловедение и технология материалов».

4.3.4. Трудоустройство выпускников передовой инженерной школе

Меры по содействию трудоустройству выпускников носят комплексный характер и регламентированы.

В структуру системы содействия трудоустройству выпускников ПИШ входят:

1. Подготовка по согласованным учебным планам под запросы работодателей.
2. Индивидуальная работа со студентами ПИШ наставников с предприятий-партнеров.
3. Проведение совместных карьерных мероприятий с предприятиями-партнерами.
4. Проведение мониторинга удовлетворенности работодателей качеством подготовки выпускников НГТУ, мониторинга трудоустройства выпускников.
5. Информационное сопровождение студентов и выпускников ПИШ (предоставление информации о спросе и предложении посредством интернет-сайта, группы ВК ПИШ, цифрового карьерного сервиса <https://job.nntu.ru/>).

Предполагается 100 %-ное трудоустройство выпускников ПИШ к следующим промышленным партнерам: предприятия ГК «Росатом», ГК «Ростех», ПАО «Россети», ПАО «ФСК ЕЭС». Планируется привлекать выдающихся выпускников ПИШ в качестве «амбассадоров» НГТУ и атомной промышленности в целом. В рамках ПИШ будут регулярно проходить научно-

популярные мероприятия (при поддержке Информационного центра по атомной энергетике), направленные на популяризацию профессии инженера-ядерщика, повышение осведомленности населения о современных разработках в сфере атомной энергетике, в том числе о растущей безопасности и экологичности атомных реакторов. Помимо этого «амбассадоров» планируется привлекать для проведения встреч со школьниками-потенциальными абитуриентами.

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

ПИШ имеет возможность отбирать лучших студентов, для чего реализует разнообразные мероприятия по ранней профессиональной ориентации школьников. Абитуриентам, заинтересованным в поступлении НГТУ и в последующем обучении в ПИШ, предлагаются специальные форматы мотивационной деятельности (табл. 4.3). Это позволит школьникам выпускных 11-х классов получить полную информацию о направлениях работы инженерной школы, познакомиться с базовыми принципами функционирования атомно-водородной энергетике, принять участие в тематических научных работах и получить свой первый опыт инженерно-исследовательской деятельности.

При этом, ПИШ НГТУ обязуется разрабатывать и утверждать до 31 августа текущего года план участия школьников в деятельности передовой инженерной школы в целях их ранней профессиональной ориентации на очередной учебный год.

Таблица 4.3. - Информация о планируемых мероприятиях по привлечению школьников к деятельности ПИШ

№	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			0	18	25	25	31	42	42	42
1.1	инженерные классы			0	10	15	15	20	30	30	30
1.1.1	Атомные реализуемые	классы,	Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	0	10	15	15	20	30	30	30
1.2	инженерные/проектные школы			0	8	10	10	11	12	12	12
1.2.1	Тематические смены в ГБУДО ДСООЦ «Лазурный» (г. Выкса, Ниж. обл.)	в	Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	0	8	10	10	11	12	12	12
2	Образовательная деятельность			0	10	10	15	20	20	20	20
2.5	образовательный мастер-класс			0	10	10	15	20	20	20	20
2.5.1	Мастер-классы «Инженер – самая творческая профессия» (по тематикам ПИШ)	–	Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	0	10	10	15	20	20	20	20
3	Профильные олимпиады			18	34	38	51	53	56	58	82

№	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
3.1	олимпиада			4	10	14	20	20	20	20	32
3.1.1	Региональная инженерная олимпиада ПИШ		Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	4	10	14	20	20	20	20	32
3.2	конкурс			14	16	16	16	18	18	20	32
3.2.1	НОУ «Эврика» (по тематикам ПИШ)		Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	14	16	16	16	18	18	20	32
3.5	хакатон			0	8	8	15	15	18	18	18
3.5.1	Инженерные соревнования «ИИ и Большие данные»		Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	0	8	8	15	15	18	18	18
4	Профориентационные мероприятия для школьников			78	105	125	135	150	160	190	195
4.2	профориентационные экскурсии в ПИШ или высокотехнологичные предприятия			15	20	30	40	40	50	60	65
4.2.1	Посещение лабораторий ПИШ		Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	15	20	30	40	40	50	60	65
4.4	профориентационные встречи (в ПИШ, вузе, школе и др.)			63	65	65	65	70	70	80	80
4.4.1	Встречи руководителей направлений ПИШ со школьниками 11х классов		Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	63	65	65	65	70	70	80	80
4.6	тематический классный час			0	20	30	30	40	40	50	50
4.6.1	Классные часы, посвященные фронтальным научным задачам ПИШ		Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	0	20	30	30	40	40	50	50
5	Довузовская подготовка			94	100	100	103	105	110	115	116
5.1	курсы довузовской подготовки в ПИШ			55	60	60	60	60	65	70	70
5.1.1	Усовершенствованный курс подготовки к ЕГЭ по физике		Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	55	60	60	60	60	65	70	70
5.2	курсы углубленной подготовки в ПИШ (элективы, факультативы)			39	40	40	43	45	45	45	46
5.2.1	Элективные курсы «Компьютерная графика в инженерной деятельности» и «Электроэнергетика»		Направления подготовки ПИШ (УГС): 09.00.00, 13.00.00, 14.00.00, 15.00.00, 18.00.00, 22.00.00	39	40	40	43	45	45	45	46

4.4. Кадровая политика

НГТУ обладает значительным кадровым потенциалом, необходимым для успешного функционирования передовой инженерной школы и осуществления научно-образовательной

деятельности по следующим направлениям: атомное машиностроение, электроэнергетика, информационные технологии, химические технологии, материаловедение.

Образовательную деятельность в ПИШ будут осуществлять 82 человека профессорско-преподавательского состава НГТУ, из них 29 доктора наук, 37 кандидата наук. Молодые преподаватели в возрасте до 39 лет составят 34 %. Научно-исследовательской работой в рамках реализации ПИШ будут заниматься 70 сотрудников НГТУ, из которых 15 докторов наук, 30 кандидатов наук. Более половины из них - в возрасте до 39 лет. Управленческий персонал ПИШ из работников НГТУ составит 5 человек, из которых 2 доктора наук, 2 кандидата наук, 40 % - в возрасте до 39 лет.

Планируемые мероприятия:

1. Вовлечение ведущих ученых и ППС для формирования и реализации новых научных направлений, образовательных программ.
2. Привлечение инженеров-практиков из числа сотрудников высокотехнологичных компаний к преподаванию в ПИШ и проведению стажировок в качестве наставников. Обучение будет проходить на производственных площадках трех предприятий - партнеров.
3. Привлечение к работе ПИШ магистрантов и аспирантов (выделение специальных грантов и стипендий).
4. Формирование системы мотивации работников ПИШ, участвующих в создании результатов интеллектуальной деятельности и практическом внедрении указанных результатов, в целях развития научно-исследовательской деятельности и коммерциализации.
5. Формирование профессиональных компетенций персонала ПИШ.

Ключевые подходы кадровой политики:

- комплексность – признание человеческого капитала основой ПИШ;
- непрерывное образование – приращение компетенций человеческого капитала;
- конкурентоспособность – выведение на новый уровень подготовки инженерных кадров в целях удержания передовых позиций на мировом рынке атомного машиностроения;
- коммерциализация – построение эффективных взаимоотношений образования, науки и промышленности.

Эффекты

Кадровая политика будет способствовать наращиванию кадрового потенциала, мотивированного на образовательную, научно-исследовательскую и инновационную деятельность и обладающего необходимыми компетенциями в соответствии со стратегическими задачами ПИШ.

Мероприятия по проведению повышения квалификации

Штатные преподаватели и сотрудники управленческих команд передовой инженерной школы будут проходить ускоренную профессиональную переподготовку, повышение квалификации, а также стажировки в высокотехнологичных производственных и научно-исследовательских

организациях: АО «ОКБМ Африкантов», АО «Атомэнергопроект», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ПАО «Русполимет» и др. (около 20 человек в год). Предполагаются стажировки сотрудников ПИШ в ведущие профильные вузы (МИФИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ТПУ), БНТУ (республика Беларусь), Сычуаньский университет (Китай), профильные институты РАН (ФИЦ ИПФ РАН, ИОФ РАН, ИТФ им. С.С. Кутателадзе СО РАН).

В целях обеспечения замещения вакантных административно-управленческих должностей ПИШ, пополнения профессорско-преподавательского состава перспективными молодыми преподавателями и научными работниками, а также их профессионального роста и академического развития, будет формироваться кадровый резерв, который сможет преодолеть поколенческие разрывы. Для подготовки кадрового резерва будут разработаны общие и индивидуальные программы профессионального развития, а также программы наставничества.

Мероприятия по привлечению инженеров

В целях передачи практического опыта планируется привлечение в ПИШ работников предприятий-партнеров, таких как ГК «Росатом», АО «ОКБМ Африкантов», АО «Атомэнергопроект», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». Всего в научно-образовательной и управленческой деятельности ПИШ в настоящее время будут задействованы 46 человек из вышеуказанных предприятий. Из них 4 доктора наук, 15 кандидатов наук, 22 % составляют молодые инженеры. Для привлечения инженеров-практиков, работающих на предприятиях ГК «Росатом» к преподавательской деятельности будут проводиться следующие мероприятия:

- содействие в согласовании загрузки сотрудника с руководством предприятия-партнера;
- оказание финансовой поддержки при прохождении курсов по повышению квалификации в ведущих российских и зарубежных центрах и лабораториях, включая организации азиатского региона.

Эффекты

Реализация вышеуказанных мероприятий позволит сформировать высококвалифицированный кадровый потенциал, способный готовить специалистов мирового уровня для отечественной атомной промышленности с «нулевым» периодом адаптации на предприятии, инженеров с компетенциями технологического предпринимательства, способных создавать новые высокотехнологичные производства в регионе, что позволит:

- удерживать передовые позиции на мировом рынке атомного машиностроения;
- ликвидировать зависимость от услуг зарубежных компаний в части создания и разработки новых решений в области атомной и водородной энергетики;
- повысить стабильность производства в сложившихся геополитических условиях.

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

НГТУ регулярно проводит повышение квалификации своих сотрудников – не реже одного раза в 3 года. Наиболее востребованные программы для управленческого персонала: «Управление персоналом», «Государственное и муниципальное управление в сфере образования», «Системный анализ и управление экономическими процессами» и т.д.

За период 2012-2021 гг. собственными силами было реализовано 63 программы ДПП для управленческих кадров и профессорско-преподавательского состава НГТУ, из которых 42 программы повышения квалификации окончили 5244 слушателей, программы профессиональной переподготовки – 346 слушателей, прошли стажировки на ведущих промышленных предприятиях региона – 48 преподавателей.

В рамках программ «Основы инновационной деятельности», «Цифровые технологии развития когнитивной сферы» 886 человек научно-преподавательского состава НГТУ обучены в ведущих вузах страны – ННГУ им. Н.И. Лобачевского и Севастопольском государственном университете. Всего к началу 2022 года обучение по цифровым технологиям прошли 64 % сотрудников НГТУ. Также было пройдено обучение по актуальным научно-технологическим направлениям «Паротурбинные установки АЭС», «Вопросы регулирования безопасности при использовании атомной энергии».

За последние 5 лет 255 сотрудников НГТУ участвовали в международных конференциях, форумах, обменивались опытом с иностранными партнерами (Институт атомной энергии Китая NPIC, Индийский университет, Белорусский национальный исследовательский университет, Сычуаньский университет, Среднеземноморский институт океанографии, Тель-Авивский университет и др.).

С 2022 г. будет проводиться обучение управленческих команд ПИШ по следующим программам: agile-технологии в управлении персоналом, риск-менеджмент по международным стандартам Advanced Level (для руководителей).

В период с 2022 г. по 2030 г. планируется провести обучение профессорско-преподавательского состава ПИШ по актуальным научно-технологическим направлениям и «сквозным» цифровым технологиям:

- Администрирование и оптимизация Astra Linux для систем мониторинга и цифрового управления технологическими процессами;
- Разработка программного обеспечения реального времени для ОС QNX Neutrino 6.5.x;
- Применение лазерных технологий в машиностроении;

- Монтаж, техническое обслуживание и ремонт энергетических установок, работающих на водородном топливе;
- Расчет прочности, динамики, ресурса и надежности инфраструктуры и средств транспортировки водорода;
- ESG стратегия промышленного предприятия.

Штатные сотрудники ПИШ пройдут повышение квалификации в АО «ОКБМ Африкантов» по тематикам, связанным с оборудованием и процессами высокотемпературных газоохлаждающих реакторов:

- Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы как источник высокопотенциального тепла;
- Теплообменное оборудование установок с ВТГР;
- Физика ядерных реакторов с газовым охлаждением;
- Газодувные машины реакторных установок с газовым теплоносителем.

Будет проведено повышение квалификации и профессиональная переподготовка, в том числе в форме стажировки на базе АО «ОКБМ Африкантов», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ПАО «Русполимет» управленческой команды и ППС ПИШ НГТУ (около 20 человек в год).

4.5. Инфраструктурная политика

На площадях НГТУ в рамках реализации программы ПИШ будет создано 8 научно-технологических, 3 экспериментальных лаборатории и опытное производство, все это будет оснащено современным высокотехнологичным оборудованием, высоко-производительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением. Организовано 2 интерактивных комплекса опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий.

В таблице приведена информация о научно-исследовательских лабораториях и образовательных пространствах ПИШ с их локациями и минимальными требованиями к помещениям (табл. 4.3).

Таблица 4.3. - Локации ПИШ и минимальные требования к ним

Наименование	Затребованная площадь	Технические характеристики	Запуск лаборатории	Локация
Экспериментальная лаборатория «Моделирование гидродинамики высокотемпературных газовых реакторов»	80 м ²	Трехфазная электрическая сеть 200 кВт	2023 год	Учебный корпус №5 Минина 28 л
Интерактивный комплекс опережающей подготовки «Интеллектуальные цифровые системы реального времени и SCADA – технологии»	60 м ²	Трехфазная электрическая сеть 40 кВт	2023 год	Блок Б, Учебный корпус 6 Казанское шоссе, 12
Экспериментальная лаборатория «Исследование ионизирующих излучений»	60 м ²	Трехфазная электрическая сеть 20 кВт	2023 год	Учебный корпус №5 Минина 28 л
Научно-технологическая лаборатория «Импульсные источники электропитания»	30 м ²	Трехфазная электрическая сеть 20 кВт Наличие контура заземления	2023 год	Учебный корпус № 1 Минина, 24
Научно-технологическая лаборатория «Жаропрочные и композитные материалы»	100 м ²	Трехфазная электрическая сеть 15 кВт	2023 год	Учебный корпус № 1 Минина, 24
Интерактивный комплекс опережающей подготовки инженерных кадров с ESG компетенциями на базе современных цифровых технологий	80 м ²	Дополнительные мощности не требуются	2023 год	Учебный корпус № 4 Минина, 28 в
Научно – технологическая лаборатория «Водородные технологии в электроэнергетике»	50 м ²	Трехфазная электрическая сеть 30 кВт Наличие контура заземления	2024 год	Учебный корпус № 1 Минина, 24
Научно-технологическая лаборатория иммерсивных технологий	52 м ²	Трехфазная электрическая сеть 40 кВт	2024 год	Блок Б, Учебный корпус 6 Казанское шоссе, 12
Научно-технологическая лаборатория «Кибербезопасные электроэнергетические системы атомных станций»	30 м ²	Трехфазная электрическая сеть 15 кВт Наличие контура заземления	2024 год	Учебный корпус № 1 Минина, 24
Научно- технологическая лаборатория «Цифровые системы управления электроприводами атомных станций»	30 м ²	Трехфазная электрическая сеть 15 кВт Наличие контура заземления	2024 год	Учебный корпус № 1 Минина, 24
Опытное производство «Водород и биотопливо»: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Лаборатория «Плазмохимические технологии» ▪ Лаборатория «Биоводород и биотопливо» ▪ Аналитическая лаборатория ▪ Площадка для строительства и размещения пилотной установки 	70 м ²	Трехфазная электрическая сеть 10 кВт	2024 год	Учебный корпус № 1 Минина, 24
	70 м ²	Трехфазная электрическая сеть 10 кВт		Учебный корпус №1 Минина, 24.
	40-50 м ²	Трехфазная электрическая сеть 5 кВт		Учебный корпус №1 Минина, 24.
	150-200 м ²	Трехфазная электрическая сеть 15 кВт		Здание 2-го учебного корпуса Казанское шоссе, 12
Экспериментальная лаборатория испытаний энергетических машин на водородосодержащем топливе	65 м ²	Трехфазная электрическая сеть 200 кВт. Канализация	2024 год	Учебный корпус №3 Минина, 28 а
Научно-технологическая лаборатория прочности динамики и ресурса объектов инфраструктуры и средств транспортировки водорода	300 м ²	Трехфазная электрическая сеть 85 кВт. Канализация	2024 год	Учебный корпус №2 Минина 28 б
Научно-технологическая лаборатория «Инженерные системы для лазеров»	60 м ²	30 кВт	2024 год	Здание 2-го учебного корпуса Казанское шоссе, 12

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)

Одной из ключевых задач НГТУ является создание на базе университета высокотехнологичных специальных образовательных пространств: научно-технологических и экспериментальных лабораторий (11 лабораторий), опытного производства (1 единица), оснащенных современным высокотехнологичным оборудованием, высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением и 2 интерактивных комплекса опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий. В состав опытного производства дополнительно войдут три новые уникальные лаборатории, в том

числе аналитическая лаборатория и Площадка для строительства и размещения пилотной установки (табл. 4.4).

Таблица 4.4. - Связь образовательных программ и СОП

Наименование новых ОП в рамках направлений подготовки магистратуры	Наименование специального образовательного пространства (СОП)
14.04.01 Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки	Экспериментальная лаборатория «Моделирование гидродинамики высокотемпературных газовых реакторов»
14.04.02 Ядерное топливо и основное оборудование высокотемпературных газовых реакторов	Экспериментальная лаборатория «Исследование ионизирующих излучений»
09.04.01 Цифровые технологии	Научно-технологическая лаборатория иммерсивных технологий Интерактивный комплекс опережающей подготовки «Интеллектуальные цифровые системы реального времени и SCADA – технологии»
Программа для ДПО	Научно-технологическая лаборатория «Импульсные источники электропитания»
13.04.02 Кибербезопасность электроэнергетических систем атомных станций	Научно- технологическая лаборатория «Кибербезопасные электро-энергетические системы атомных станций» Научно- технологическая лаборатория «Цифровые системы управления электроприводами атомных станций»
13.04.02 Автономные электро-генерирующие комплексы на основе водорода	Научно – технологическая лаборатория «Водородные технологии в электроэнергетике»
13.04.03 Энергетические установки на водородном топливе	Экспериментальная лаборатория испытаний энергетических машин на водородосодержащем топливе Научно-технологическая лаборатория прочности динамики и ресурса объектов инфраструктуры и средств транспортировки водорода
22.04.01 Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов	Научно-технологическая лаборатория «Жаропрочные и композитные материалы»
18.04.01 Техника и технологии водородной энергетики	Опытное производство: «Водород и биотопливо» Включает в состав производства: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 научно-технологических лаборатории «Плазмо-химические технологии», «Биоводород и биотопливо», ▪ Аналитическую лабораторию и Площадку для строительства и размещения пилотной установки
Для всех образовательных программ	Интерактивный комплекс опережающей подготовки ESG компетенции на базе современных цифровых технологий
Для дополнительных образовательных программ	Научно-технологическая лаборатория «Инженерные системы для лазеров»

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)

Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии формирует партнерство с предприятиями, входящими в состав ГК «Росатом». Партнерство действует в соответствии с подписанным Соглашением. В его состав входят: НГТУ, АО «ОКБМ Африкантов», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», АО «АСЭ», АО «Атомэнергопроект», ООО «ЦКО».

Цели создаваемого партнерства:

- осуществление образовательной деятельности по приоритетным направлениям, представляющим взаимный интерес, выпуск высокопрофессиональных специалистов с учетом потребностей предприятий-членов партнерства;
- проведение совместных научных исследований по приоритетным направлениям, представляющим взаимный интерес, коммерциализация инновационной продукции по тематике ПИШ.

Задачи создаваемого партнерства:

- разработка и развитие совместных научных и образовательных стратегий и программ;
- осуществление взаимного обмена информацией, научными и образовательными материалами, накопленным опытом по вопросам, касающимся проведения совместной образовательной и научной деятельности;
- содействие доступу к базам данных и другим источникам информации, осуществление взаимных консультаций, оказание методологической поддержки в ходе проведения совместной образовательной и научной деятельности;
- планирование, организация и проведение совместных рабочих встреч, научных семинаров, круглых столов, конференций и иных мероприятий;

- осуществление подготовки и реализации совместных публикаций, научных докладов, статей, учебных пособий по результатам проведения совместной образовательной и научной деятельности.

Эффективное функционирование ПИШ не возможно без кооперации с заинтересованными компаниями и предприятиями атомной отрасли. С одной стороны, подготовка инженерных кадров для решения фронтальных исследовательских и технических задач, возможна только при взаимодействии с предприятиями. С другой, необходимо знать востребованность в инженерных кадрах, актуализировать образовательную программу для соответствия подготавливаемых специалистов профквалификациям. За каждым предприятием закрепляется координация деятельности ПИШ в актуализации образовательной программы и тематики научных исследований, а именно:

- АО «ОКБМ Африкантов» - направления подготовки 14.04.01, 14.04.02, 13.04.02, 18.04.01, 22.04.01; исследования направленные на разработку технических решений для реакторных установок и оборудования с газовым теплоносителем, исследования гидродинамики и теплообмена в активных зонах и основном оборудовании высокотемпературных ядерных реакторов с газовым теплоносителем (ВТГР), плазмохимические технологии получения водорода и наноразмерных углеродных материалов, биотехнологии в производстве водорода и утилизации углекислого газа при паракислородном риформинге метана на АЭС с РУ ВТГР, создание новых жаропрочных композитных материалов на никелевой основе с оксидным нанодисперсным упрочнением (ДУО/ОДС) для конструктивных элементов реакторов типа ВТГР с применением технологии аддитивного выращивания и ГИП, водородные технологии в электроэнергетике, разработка комплекса экспериментальных исследований материалов и структур, используемых в водородной энергетике, с целью построения их моделей деформирования и разрушения, разработка расчетных моделей динамики, прочности, ресурса и надежности объектов инфраструктуры и средств транспортировки водорода различными видами транспорта с целью обеспечения их безопасности, технологии электронного управления топливоподачей многотопливных транспортных и стационарных поршневых двигателей;
- ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» - направления подготовки 14.04.01, 13.04.02; разработка численных моделей для программного продукта «ЛОГОС», инженерные системы для повышения работоспособности и эффективности

лазеров нового поколения, импульсные источники электропитания, Численное моделирование и цифровое проектирование оборудования реактора типа ВТГР с использованием CFD-программ;

- АО «Атомэнергопроект» и АО «АСЭ» - направления подготовки 14.04.01, 14.04.02, 13.04.02; проектно-технологические решения для атомных станций с газовым теплоносителем, цифровые системы управления электроприводами атомных станций, кибербезопасные электроэнергетические системы атомных станций;
- ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» филиал «НИИИС им. Ю.Е. Седакова» - направления подготовки 09.04.01; технологии построения самоорганизующихся цифровых систем управления (ЦСУ) с обеспечением адаптивности, технологии синтеза и реконфигурирования виртуальных тренажеров для отработки внештатных ситуаций на АЭС.
- ООО «ЦКО» - современный инжиниринговый центр, созданный на базе открытой площадки Технопарка «Саров». В основные задачи ООО «ЦКО» входят: внедрение цифрового продукта «Логос», снижение доли зарубежного программного обеспечения класса CAE в организациях отрасли; продвижение компактных супер-ЭВМ и вычислительных кластеров производства ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» в различные отрасли промышленности РФ.

Сетевая форма реализации образовательных программ позволит организовать обучение с использованием ресурсов НГТУ для нескольких образовательных организаций, осуществляющих образовательную деятельность ННГАСУ, ВГУВТ (г. Нижний Новгород), НГИЭУ (г. Нижний Новгород), ГГНТУ (г. Грозный), УрФУ (г. Екатеринбург), СевГУ (г. Севастополь).

Для российских вузов создание и развитие партнерств по реализации инженерных сетевых образовательных программ в рамках ПИШ позволит увеличить потоки академической мобильности, в том числе международной, стимулировать участие в совместных научных и образовательных проектах в области техники и технологий.

В рамках сетевого взаимодействия ПИШ сформирует оригинальные образовательные треки для студентов вузов-партнеров, с целью повышения уровня их компетенций, востребованных на предприятиях того или иного региона, это позволит:

- использовать новые образовательные технологии в учебном процессе по изучению инженерных дисциплин;

- расширить номенклатуру предлагаемых образовательных программ за счет программной интеграции с НГТУ;
- повысить качество образования, в том числе с учетом контроля качества обучения со стороны вузов-партнеров.
- расширить возможности международного сотрудничества.

В рамках партнерских отношений с Ташкентским государственным транспортным университетом (Республика Узбекистан), ПИШ будет соорганизатором Высшей инженерной школы «Энергетика» (ВИШ) при ТГТрУ. Взаимодействие будет направлено на решение следующих задач:

- Совместное участие в исследовательских проектах, нацеленных на обеспечение динамичного развития транспортных систем;
- Формирование мультикультурной научно-образовательной экосистемы, открытой для реализации инновационных исследовательских и образовательных проектов;
- Импортзамещение критически важных для развития независимых энергетических систем и технологий, направленных на диверсификацию цепочек поставок высокотехнологичной продукции;
- Популяризация в молодежной среде инженерно-технического образования;
- Создание системы непрерывного кадрового обеспечения ВИШ в части научно-педагогических работников и управленческой команды.

Важным является использование материально-технических (специальных образовательных пространств) и человеческих ресурсов образовательных организаций-участников сетевого взаимодействия (ППС и НПС).

Реализации инженерных сетевых образовательных программ в рамках ПИШ позволит поднять престиж инженерного образования, будет являться дополнительной рекламной акцией по набору студентов на технические направления подготовки.

Управление партнерствами с высокотехнологичными предприятиями и образовательными организациями осуществляется на принципах планирования, организации, мотивации, контроля и координации. Предполагается использование проектной модели управления. Взаимодействие между участниками определяется договорными обязательствами по сетевой форме сотрудничества. Стратегическое управление программой развития ПИШ будет осуществляться с участием

Нижегородского научно-образовательного кластера атомной отрасли, определяющего научно-техническую и образовательную политику. Экспертиза научно-технических проектов будет производиться с привлечением внешних экспертов от высокотехнологичных партнеров и ведущих ученых (ИБРАЭ РАН, АО ФЭИ и др.). Профессионально-общественная экспертиза образовательных программ будет производиться с привлечением представителей Ассоциации инженерного образования России (АИОР) и Российского профессорского собрания (РПС).

5.2. Структура ключевых партнерств

Предприятия-партнеры предоставляют в ПИШ запросы на профессиональные компетенции для разработки новых образовательных программ магистратуры и программ ДПО, запросы на R&D, участвуют в образовательно-научной деятельности ПИШ, привлекая для участия в образовательном процессе наставников из числа своих работников. Работники этих предприятий проходят в ПИШ переподготовку и повышение квалификации. ПИШ предоставляет предприятиям-партнерам научный продукт и технологические средства, полученные в результате научной и инновационной деятельности. ПИШ при реализации инновационной деятельности формирует проектные команды, часть из которых превращаются в новые предприятия (спин-оффы), целью которых является коммерциализация инновационных разработок ПИШ.

ПИШ является:

- поставщиком кадров для предприятий-партнеров (см. табл. 5.1);
- организатором ДПО для заинтересованных партнеров (по тематика подразделений АО «ОКБМ Африкантов», ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ» будут организованы курсы повышения квалификации и переподготовка, целевые показатели указаны в табл. 5.2);
- исполнителем НИР и ОКР (на период программы предварительно согласовано выполнение работ в объеме: АО «ОКБМ Африкантов» - около 590 млн руб., АО «Атомэнергопроект» - более 115 млн руб., ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ» - более 625 млн руб.);
- разработчиком/продавцом РИД.

Таблица 5.1. – Предварительные целевые показатели по трудоустройству выпускников (программы ОП ВО магистратуры)

№	Предприятие-партнер	Количество трудоустроенных выпускников, чел.*								
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Всего
1.	АО «ОКБМ Африкантов»	---	---	10	12	15	18	20	25	100
2.	АО «Росатом Оверсиз»	---	---	17	17	17	18	18	18	105
3.	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	---	---	30	30	30	30	30	30	180
4.	АО «Атомэнергопроект»	15	20	20	20	20	20	20	20	155
5.	АО «Концерн Росэнергоатом»	5	6	7	10	8	13	10	11	70

* В таблице указаны сведения, полученные от предприятий-партнеров по поручению заместителя Генерального директора ГК «Росатом» по персоналу Терентьевой Т.А. (данные от 26.05.2022г.)

Таблица 5.2. – Предварительные целевые показатели по повышению квалификации сотрудников предприятий (программы ДПО)

№	Предприятие-партнер	Количество обученных сотрудников, чел.*								
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Всего
1.	АО «ОКБМ Африкантов»	10	10	35	40	45	55	60	80	335
2.	АО «Росатом Оверсиз»	13	14	15	15	15	15	15	15	117
3.	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	53	48	32	31	22	18	19	16	239
4.	АО «Атомэнергопроект»	30	30	30	30	30	30	30	30	240

* В таблице указаны сведения, полученные от предприятий-партнеров по поручению заместителя Генерального директора ГК «Росатом» по персоналу Терентьевой Т.А. (данные от 26.05.2022г.)

Вузы-партнеры предоставляют в ПИШ запросы на обучение студентов по утвержденному в ПИШ перечню основных образовательных программ и программ ДПО. Вуз-партнер и НГТУ заключают сетевой договор, где указываются названия образовательных программ, дисциплины и соответствующие им онлайн-курсы, сроки их изучения, списки студентов. Координатор проекта от ПИШ осуществляет необходимую консультационную поддержку вуза-партнера, и регулярно направляет ему сведения об успеваемости студентов. ПИШ совместно с вузом-партнером определяет процедуры проведения текущего и промежуточного контроля знаний.

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	0	0	0	0	0	0	0
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	40	80	85	37	37	29	29	26	26
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	10	10	10	12	12	12	15	15	15

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

Индекс	Наименование показателя	Ед. измерения	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
p1(а)	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	8	17	19	19	19	19	19	19
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	0	0	0	52.5	62.5	69.1	104.8	111.6
p3(в)	Количество инженеров, прошедших обучение по программам дополнительного профессионального образования в передовой инженерной школе	Человек	14	56	102	151	200	241	282	320	358
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	10	55	105	305	525	875	1375

Индекс	Наименование показателя	Ед. измерения	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
р5(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	6	14	14	14	14	14	14	14
р6(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	37.8	28.2	28.9	0	0	0	0	0	0
р7(ж)	Объем финансирования, привлеченного передовой инженерной школой на исследования и разработки в интересах бизнеса	Тысяча рублей	113500	240400	370500	630000	896000	1175600	1462000	1757200	2061300
р8(з)	Рост количества регистрируемых результатов интеллектуальной деятельности образовательной организации высшего образования, на базе которой создана передовая инженерная школа	Процент	3.7	7.4	25.9	33.3	37	55.6	63	70.4	85.2
р9(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	15	25	30	35	45	50	56	65
р10(к)	Количество школьников, принявших участие в деятельности передовых инженерных школ в целях ранней	Человек	0	27	66	77	90	103	117	122	135

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	300000	450000	450000	0	0	0	0	0	0
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	113500	126900	130100	259500	268000	277600	286400	295200	304100
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
ИТОГО		413500	576900	580100	259500	268000	277600	286400	295200	304100

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

№	Полное название компании	ИНН
1	Акционерное общество "ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО МАШИНОСТРОЕНИЯ ИМЕНИ И. И. АФРИКАНТОВА"	5259077666
2	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР - ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ"	5254001230
3	Акционерное общество "АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ"	7701796320
4	РЕГИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ РАБОТОДАТЕЛЕЙ "НИЖЕГОРОДСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННИКОВ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ"	5260174449