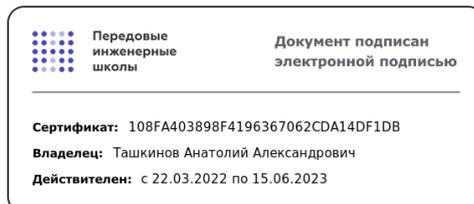


УТВЕРЖДЕНА

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Ректор

_____ / А.А.Ташкинов /
(подпись) (расшифровка)



Программа развития передовой инженерной школы

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
на 2022 - 2030 годы

Пермь, 2022 год

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

4.4. 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

Целевая модель Пермского Политеха – **научно-технологический университет**, который является держателем основных операций со знаниями со следующими особенностями:

- создаем фронтальные технологические решения и продукты для сложных инженерных систем в гражданском авиадвигателестроении, производстве нефтегазового оборудования и смежных отраслях, оперируя широким спектром фундаментальных знаний и технологий(и, таким образом, влияем на инженерную деятельность);
- разрабатываем совместно с научными, образовательными и промышленными партнерами программу развития отраслей (в том числе – гражданского авиастроения), берем на себя выполнение разделов программы по ее технологическому и кадровому обеспечению;
- через партнеровполучаем доступ к научным фронтам и являемся держателем компетенций по применению результатов научных исследований к разработке новых инженерных решений и технологий;
- на основе нашего понимания развития новых технологий и инженерно-технологических решений, меняющих отрасли, формируем запрос к партнерам на выполнение фронтальных научных исследований и эффективно оперируем прорывными знаниями, выполняя поддерживающие исследования (рис. 1.1);

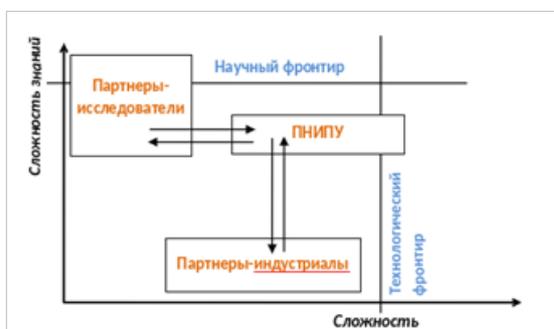


Рис. 1.1. Позиционирование ПНИПУ в координатах знаний и технологий, необходимых для создания новых сложных инженерных систем

- являемся интегратором ключевых научно-технологических компетенций, имеющих у научных, инжиниринговых, образовательных организаций и R&D центров промышленных компаний, быстро создаем кооперационные цепочки для опережающего создания новых технологических решений;
- воспроизводим и совершенствуем у себя систему разделения труда в современной инженерной деятельности через снятие, анализ и развитие «нормы» инженерной деятельности промышленных партнёров – мировых лидеров в своих областях;
- разрабатываем инструменты по воспроизводству и трансляции в образовательном процессе существующих знаний и новых норм инженерной деятельности в отрасли гражданского авиационного двигателестроения, нефтегазовой промышленности и

других отраслях (влияем на образование);

- создаем кросс-функциональные команды инженеров с нулевым периодом адаптации на предприятии за счет проектного и производственного контура образовательной модели (рис. 1.2).

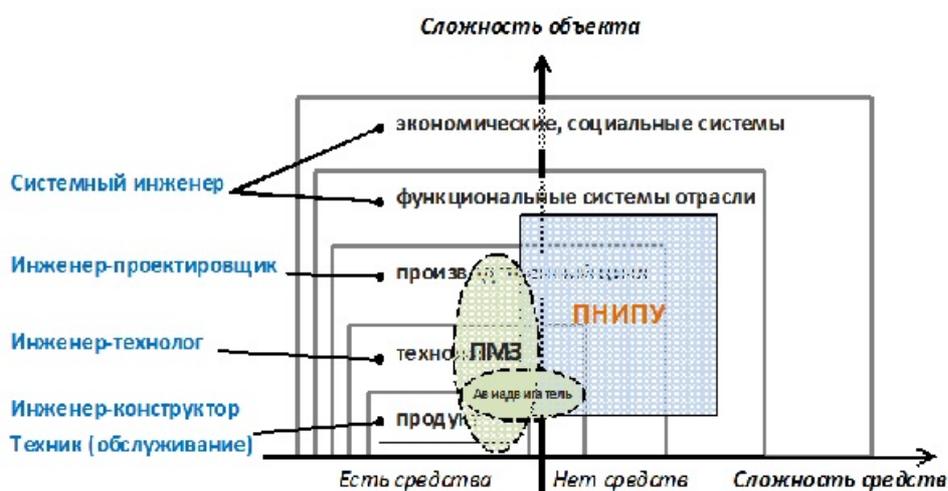


Рис. 1.2. Positioning the target image of PNIPU and partners by type of engineering activity (Aviation engine - AO «ОДК-Авиадвигатель», ПМЗ - АО «ОДК-Пермские моторы»)

Key characteristics of the current and target models of the university are given in table 1.

Table 1. Characteristics of the university

Текущая модель	Характеристика целевой модели	Целевая модель
Образовательный политехнический университет (основной продукт – выпускники для существующей индустрии)	Тип университета	Научно-технологический <u>кроссдисциплинарный</u> университет (основной продукт – прорывные технологии и команды выпускников, способных их создавать и внедрять, меняя отрасль)
Готовим выпускников под «стандартные» рабочие места по заказу индустрии по типовым	Взаимодействие с индустрией	Создаем технологии будущего для промышленных партнеров и совместно с ними, а партнеры, внедряя эти технологии,

образовательным стандартам, выполняем типовые или узкоспециализированные исследования по заказу индустрии		становятся лидерами или удерживают свои позиции на мировых рынках высокотехнологической продукции.
Исследования и разработки		
Отраслевая исследовательская повестка. Разрозненные исследовательские группы на кафедрах, в лабораториях и центрах.	Исследования	Партнерство и коммуникация с исследовательскими центрами по формированию повестки и решению <u>фронтирных</u> научных задач. Уточнение устройства и развитие средств описания (моделей) конкретных систем и процессов, необходимых для создания новых инженерно-технологических решений.
Проектирование и испытания отдельных деталей инженерных объектов по техническому заданию (ТЗ) предприятий.	Инженерно-технологическая деятельность	Создаем в университете инженерный центр по проектированию, опытному производству и испытаниям малого авиационного двигателя и действующего БПЛА на его основе.

Слабо развитая инновационная инфраструктура.	Инновации	Создаем сложные инженерные продукты или технологии, необходимые для высокотехнологичной инженерной деятельности. Практикуем в своем инженерном центре проектирование и продукта, и производственного цикла его создания, и оптимизацию и перестройку технологических цепочек.
Образование		
Массовая подготовка по отраслевым образовательным программам (ОП). Образовательные	Образовательные программы	Кафедры – места сосредоточения научно-исследовательской работы, образовательные программы привязаны к руководителям.

<p>программы привязаны к кафедрам.</p> <p>Бакалавр – «недоученный инженер или специалист».</p> <p>Магистерские программы привязаны к программам бакалавриата.</p>		<p>Реализуется проектное обучение с модульно-дисциплинарной обвязкой.</p> <p>Бакалавриат (и младшие курсы <u>специалитета</u>) – широкий набор естественнонаучных и гуманитарных знаний, широкая специализация.</p> <p>Магистратура (и старшие курсы <u>специалитета</u>) – глубокое освоение набора инструментов для специализации на конкретном виде деятельности в конкретной отрасли.</p>
<p>«Образовательная труба», задающая единственную образовательную траекторию.</p> <p>Индивидуализация образовательного процесса – скорее исключение, чем правило.</p>	<p>Модель</p>	<p>Использование индивидуальных образовательных траекторий, формирование набора компетенций ядра и основных образовательных направлений.</p> <p>Готовит к инженерно-технологической деятельности <u>по созданию нового в условиях ограниченности средств с правом на ошибку в проектной деятельности.</u></p>
<p>Традиционные экзамены, оценки и зачеты по отдельным дисциплинам.</p>	<p>Проверка компетенций</p>	<p>Технология как командный диплом.</p>

<p>Внешний контур</p>		
<p>Готовим специалистов высокого уровня под рабочие места в существующей индустрии.</p>	<p>Индустрия региона</p>	<p>Университет и индустрия – партнеры по образовательной и инженерной деятельности.</p> <p>Взаимодействие университета с индустрией реализуется в совместной продуктовой деятельности, в которой университет участвует не как исполнитель, а как разработчик технологий, меняющих индустрию.</p> <p>Университет владеет долей в <u>стартапах</u> сотрудников и</p>

		студентов.
Совместные образовательные программы часто без стажировок и переобучения НПР.	Другие университеты	Дополняем друг друга в образовательном процессе и в инженерной деятельности, развивая НПР и студентов в совместной работе.
Система управления и инфраструктура		
Линейно-иерархическая модель.	Модель управления	Принципы коллегиальности в системе принятия решений, проектная и экспертная вертикали управления. Создание системы внешней экспертизы решений по развитию базовых процессов университета. Создаем <u>научно-технологический образовательный гриффилд</u> для разработки новых форм управления базовыми процессами
Закрытый кампус. <u>Кафедраально-факультетская атомизированная структура</u> физического пространства. Ограниченный доступ к оборудованию для студентов и сотрудников.	Кампусная модель и инфраструктура	Единая система управления и организации доступа к инженерным, производственным, научным и лабораторным центрам коллективного пользования. Кампус – объект инженерных преобразований в проектной деятельности студентов и сотрудников.

1.2. Академическое признание и потенциал университета

Пермский Политех – один из ведущих региональных многопрофильных инженерных вузов России. Здесь разрабатываются уникальные технологии для предприятий, лидирующих в своих отраслях: гражданском авиадвигателестроении, нефтегазовой промышленности, приборостроении, робототехнике и др. Выпускники ПНИПУ становятся технологическими лидерами на передовых предприятиях Западного Урала и других регионов России.

Сегодня в вузе обучаются 15 270 студентов (13,34% контингента обучаются по программам магистратуры) и 500 аспирантов. ПНИПУ удостоен права самостоятельного создания диссертационных советов и присуждения ученых степеней кандидатов и докторов наук. Пермский Политех является одним из лидеров по целевой подготовке кадров, участвует в программе «Развитие интегрированной системы обеспечения высококвалифицированными кадрами организаций ОПК РФ». Студенты проходят уникальную практико-ориентированную подготовку по программам, в реализацию которых вовлечены более 250 промышленных партнеров, в том числе АО «ОДК-Авиадвигатель», ПАО «Протон-ПМ», АО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания» (АО «ПНППК»), АО «ОДК-Пермские моторы», ПАО «Ростелеком», предприятия группы «ЛУКОЙЛ» и др. Ежегодно 2800 выпускников трудоустраиваются на предприятиях, слушателями программ ДПО являются 2 600 человек (из них 53% –инженерные работники предприятий).

В 2021 году ПНИПУ выполнил НИОКТР на сумму 1,5 млрд. руб., в том числе 1,3 млрд. руб. (или более 2 млн. руб. в расчете на 1 НПП) – по заказам предприятий реального сектора экономики. По этому показателю наш университет входит в топ-5 ведущих инженерно-технических вузов России. За последние 12 лет создан уникальный комплекс новых научных и учебно-исследовательских лабораторий (стоимостью более 4 млрд. руб.).

Пермский Политех заслужил устойчивую репутацию в наукоемких отраслях экономики. На базе университета работает признанная во всем мире Пермская инженерная школа авиационного двигателестроения. В рамках соглашения с АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» (АО «ОДК») от 2018 г. университет признан центром компетенций ОДК по трем направлениям: композиционные материалы для современных авиационных двигателей, конструкционные решения в акустике, разработка систем управления авиационными двигателями.

В 2022 году университет откроет собственную Политехническую школу, уникальной особенностью программ станет развитие навыков проектной работы учащихся в смешанном коллективе (с участием аспирантов и студентов).

Кадровый потенциал вуза усиливают специалисты, совмещающие основную работу на предприятиях реального сектора экономики и в академических институтах с работой в университете. Кроме того, в университете создано 11 базовых кафедр на предприятиях, в том числе на предприятиях АО «Объединенная двигателестроительная корпорация».

Позиции университета как ведущего научно-инженерного и технологического центра России отражены и в различных институциональных и предметных рейтингах. За последние 5 лет ПНИПУ вошёл в ряд глобальных и предметных рейтингов (THE, QS), входит в ТОП-10 рейтинга востребованности инженерных вузов России. По итогам 2021 года университет вошел в ТОП-20 лучших вузов страны сразу в девяти предметных рейтингах (подготовлены Ассоциацией составителей рейтингов и рейтинговым агентством RAEX). Так, вуз занял **7 место** по направлению подготовки «Авиационная и ракетно-космическая техника», **13 место** – «Машиностроение и робототехника», «Химические технологии», **15 место** – «Технологии материалов», **16 место** – «Биотехнологии и биоинженерия» и **19 место** по направлению «Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника».

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

Пермский Политех обладает уникальным заделом в области выполнения исследований и разработок, подготовки и переподготовки инженерных кадров, трансфера технологий в области гражданского авиадвигателестроения. Участие в федеральных программах и проектах, таких как программа развития национальных исследовательских университетов, программа обновления приборной базы ведущих научных и научно-образовательных организаций, программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030», участие в реализации федеральной программы развития гражданской авиации (создание российского головного двигателя семейства перспективных гражданских

турбовентиляторных двигателей ПД-14 и продолжающийся проект по созданию двигателя ПД-35) позволили сформировать и уникальную научную, технологическую и производственную инфраструктуру. Подробная информация о научных, образовательных и инфраструктурных заделах университета приведена в разделах 1.3.1 – 1.3.4.

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

Пермский Политех ежегодно выполняет значительный объем научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (НИОКТР), направленных на решение важных и приоритетных научно-технических проблем и задач организаций реального сектора экономики. Университет накопил значительный опыт успешной реализации научно-исследовательских проектов совместно со специалистами предприятий.

С 2010 г. ПНИПУ успешно реализует масштабные проекты в области создания, подготовки производства, изготовления гражданских авиационных двигателей и газотурбинных установок:

- 7 крупных проектов в рамках реализации Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2021 годы»
- 7 комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств по постановлению Правительства Российской Федерации № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства»;
- 2 лаборатории по программе исследований мегагрантов, полученным по постановлению Правительства РФ № 220 от 09.04.2010;
- 2 лаборатории под руководством молодых перспективных исследователей, направленные на реализацию программы деятельности НОЦ «Рациональное недропользование» и привлечение молодых ученых к разработке и реализации технологических проектов, соответствующих приоритетным НТР РФ Минобрнауки России.

Ученые и специалисты университета внесли значительный вклад в реализацию программы «Двигатель ПД-14 для самолета МС-21», в рамках которой 15 декабря 2020 года состоялся первый полет самолета МС-21-310 с отечественным двигателем ПД-14. В 2011 году в ПНИПУ был создан научно-образовательный центр «Акустических исследований, разработки и производства композитных и звукопоглощающих авиационных конструкций», который по настоящее время активно участвует в качестве соисполнителя опытно-конструкторской разработки (ОКР) «Изготовление и исполнение опытного образца базового двигателя ПД-14 для гражданской авиации». Для двигателя ПД-14 в научно-образовательном центре авиационных композитных технологий (НОЦ АКТ) разработаны технологии и изготовлены опытные натурные детали и узлы из полимерных композиционных материалов (ПКМ). По результатам 2019-2021 гг. в ПНИПУ была

разработана технология изготовления рабочей лопасти вентилятора из полимерных композиционных материалов по препреговой технологии в размерности ПД-14. Соответствующие технологии переданы для внедрения на предприятия АО «Объединенная двигателестроительная корпорация».

На текущий момент ученые университета совместно со специалистами предприятия активно взаимодействуют в исследованиях и разработках по созданию авиационного двигателя нового поколения – перспективного авиационного двигателя сверхбольшой тяги ПД-35. По результатам выполнения работ 2019-2021 гг. в ПНИПУ было подготовлено производство и разработана технология изготовления рабочей лопасти (РЛ) вентилятора из полимерных композиционных материалов (ПКМ) в размерности ПД-35. Создание РЛ вентилятора из ПКМ обеспечит снижение массы двигателя как за счет уменьшения веса РЛ вентилятора, так и за счет снижения массы ротора в связи с уменьшением действующих на него нагрузок от РЛ вентилятора. Дальнейшая работа в этом направлении с переходом от опытного изготовления к серийному производству РЛ вентилятора позволит создать отечественный авиационный двигатель мирового уровня с высокими показателями эффективности его работы, обеспечить снижение стоимости летного часа, увеличить дальность полетов самолетов гражданской авиации.

В августе 2019 года была проведена аккредитация двух научных подразделений университета: Испытательной лаборатории длительной прочности авиационных материалов ПНИПУ и Центра экспериментальной механики в качестве технически компетентных испытательных подразделений (Росавиацией).

В 2018 г. завершена реализация проекта «Создание высокотехнологичного производства сложнопрофильных деталей перспективных газотурбинных двигателей авиационного и наземного применения из отечественных металлических порошков на основе аддитивных технологий селективного лазерного сплавления с применением концепции бионического проектирования» (общая сумма бюджетного финансирования – 75500 тыс.руб.). В рамках проекта созданы компьютерные модели, выполнено моделирование аддитивного процесса, разработана новая аддитивная технология с применением 3D-принтеров, с применением которой получены детали авиационного двигателя. После завершения работ над новым двигателем серийное производство деталей по новой технологии уже осуществляется на АО «ОДК-Пермские моторы».

1.3.2. Инновационный задел по направлениям деятельности передовой инженерной школы

Вокруг университета сформирован и активно развивается инновационный пояс малых и средних высокотехнологичных компаний, созданных либо выпускниками ПНИПУ (ООО «Иннфокус», ООО «Ф2Инновации», ООО «Промобот», ООО «Юникорн» и др.), либо при непосредственном участии университета (малые инновационные предприятия (МИП) – ООО «Центр электро-лучевых технологий», ООО «Вулкан-Плазма», ООО «НПФ «Порошковые материалы», ООО «Смарт-Ап», ООО «МИП» ПрогнозРНМ», всего 14 действующих МИП). Общий объем выручки МИП университета в 2021 год вырос по сравнению с 2019 годом

более чем в два раза и составил 80 млн. рублей, а дивиденды выросли почти в 10 раз: с 207 тыс.руб. в 2019 г. до 2 млн.руб. по итогам 2021 года. Компании инновационного пояса позволяют университету осуществлять качественный трансфер технологий и разработок на предприятия крупных корпораций, включая АО «ОДК».

ПНИПУ с 2010 года проводит конкурс-акселератор «Большая разведка», который является инструментом отбора, поддержки и развития наиболее перспективных технологических стартапов и подготовки их к коммерциализации. Одним из востребованных направлений конкурса является направление «TechNet»: сферы передовых производственных технологий, цифрового проектирования и моделирования, аддитивных технологий, промышленного интернета, новых материалов, робототехники. Кроме того, в рамках конкурса наряду с технологическими треками ежегодно проходит корпоративный акселератор АО «ОДК». Выпускники корпоративного акселератора (ООО «Центр ЭЛТ», ООО «Ф2Инновации» и др.) уже сейчас активно участвуют в разработке оборудования и технологий, используемых в производстве макетов деталей двигателей ПД-8, ПД-35, становясь важным звеном ускоренного вывода этих продуктов в производство.

В Пермском Политехе за период с 2018-2022 гг. в области авиационного двигателестроения и связанных с ним тематик было заключено 15 лицензионных договоров и договоров отчуждения с индустриальными партнерами. Объем доходов от коммерциализации РИД через отчуждение и лицензирование также вырос более чем в 4 раза (102тыс. руб. в 2019 г. и уже 435 тыс.руб. в 2021 г.).

Всего в области авиационного двигателестроения за последние годы было оформлено более 70 патентов на изобретения и полезные модели. По итогам 2021 года сумма коммерциализации (ЛД, ДО и дивиденды) составила 1,6 млн.руб.

1.3.3. Научная инфраструктура по направлениям передовой инженерной школы

При реализации программ развития университета, в том числе, программы национального исследовательского университета, программы обновления приборной базы ведущих научно-образовательных организаций, программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» в Пермском Политехе создана сеть научно-образовательных центров и лабораторий с уникальным научно-исследовательским, технологическим и учебно-производственным оборудованием.

В 2011 году для реализации стратегического партнерства с предприятиями АО «ОДК» в структуре университета создан научно-образовательный центр «**Авиационные композитные технологии**» (НОЦ АКТ). Центр оборудован уникальными научно-исследовательскими, технологическими и учебно-производственными комплексами общей стоимостью более 200 млн. руб. Важно отметить, что НОЦ АКТ работает и в форме центра коллективного пользования, предоставляя возможность выполнения НИР, как для ученых университета, так и для внешних заказчиков.

В 2012-2021 гг. объем выполненных работ составил 1400 млн. руб., в том числе в интересах ПАО «ОДК» более 900 млн.руб., что говорит об эффективности использования

инфраструктуры центра. За это время разработан и передан для внедрения целый перечень новых технологий и технологических решений:

- технология изготовления рабочей лопатки вентилятора из полимерных композиционных материалов по препреговой технологии в размерности ПД-14.
- технология изготовления заготовок РЛ вентилятора из ПКМ в размерности ПД-35.
- технологии автоматизированного изготовления сотового наполнителя с мембранными крышками (СЗМК), созданию автоматизированной установки и изготовлению образцов ЗПК для проведения акустических испытаний.

Научно-образовательный центр **«Авиационное двигателестроение и газотурбинные технологии»**, созданный в 2006 году, включает Лабораторию динамической прочности авиационных двигателей и Лабораторию исследования многоциклового усталости образцов материалов газотурбинных двигателей. За последние десять лет выполнено работ общим объёмом более 150 млн. рублей, в том числе более 130 млн. в интересах ПАО «ОДК». Основные выполненные работы:

- исследование вибрационных характеристик, демпфирование колебаний, конструкционной прочности и повреждения посторонними предметами деталей и узлов двигателя.
- квалификационные исследования (более 20 работ) ряда материалов (сплавов металлов и композитов) на многоцикловую усталостную прочность.
- проектирование и изготовление демпферов для гашения колебаний в деталях авиационного двигателя.

Центр коллективного пользования **«Центр наукоёмких химических технологий и физико-химических исследований»**, созданный в 2011 году, обладает компетенциями в областях: разработка технологий, исследования свойств и применение чистых веществ и материалов с заданными свойствами, разработка технологий получения ультра- и нанодispersных порошков простых и смешанных оксидов металлов из водных и водно-органических сред, исследование их характеристик, разработка технологий ультравысокотемпературных керамических материалов, связующих и керамических суспензий для изготовления литейных форм для прецизионного литья жаропрочных сплавов и другое. За десятилетний период в интересах высокотехнологичного машиностроения было выполнено работ на объём более 280 млн. рублей, в том числе в интересах ПАО «ОДК» – более 85 млн. рублей. Основные выполненные работы:

- Разработка комплексной методики исследования стойкости авиационных сплавов к газовой коррозии и высокотемпературному окислению, по итогу трёх лет исследований будут подготовлены отчёты о возможности применения новых сплавов.
- Разработка состава и способа нанесения защитного покрытия на деталь авиационного

двигателя, по итогам работы подготовлены рекомендации по обработке этой технологии для снижения коррозионного воздействия среды.

- Разработан способ нанесения пироуглеродного покрытия на литейные керамические формы, по итогам передано право на использование технологии.

На площадке Центра коллективного пользования «**Центр высокопроизводительных вычислительных систем**» проводятся работы по проектированию и моделированию газодинамических процессов, в том числе связанных задач «твёрдое тело – газ». Общий объём выполненных НИОКР за 10 лет – более 100 миллионов рублей, в том числе для ОДК – более 35 млн. рублей. Основные выполненные работы:

- анализ аэродинамических характеристик рабочей части проточного тракта климатической аэродинамической трубы, по итогам работы подготовлена модель и предложения по проектированию испытательной площадки;
- доработка комплекса для исследования газодинамических процессов в модельных ступенях центробежных компрессоров, по итогам были предложены модификации испытательной площадки;
- расчёты обледенения воздухозаборника, по итогам представлены рекомендации;
- ряд численных исследований (газодинамика, теплопроводность).

Созданный в 2011 году **Центр аддитивных технологий** производит внедрение аддитивных технологий на промышленных машиностроительных предприятиях, позволяющих производить современную, конкурентоспособную продукцию. Основное направление работы центра – это выполнение научных исследований и разработок по следующим направлениям: аддитивные технологии, лазерная закалка и упрочнение, а также последующая электроэрозионная и финишная механическая обработка; восстановление дорогостоящих деталей (штампов, пресс-форм, лопаток и т.д.) методом лазерной наплавки порошковых материалов. Общий объём работ за 10 лет превышает 90 млн. рублей, в том числе, в интересах ОДК – более 13 млн. рублей. Основные работы:

- восстановление геометрии посадочных диаметров деталей турбокомпрессора, по итогам работ была доказана принципиальная возможность восстановления деталей, предложена соответствующая методика;
- сравнительные испытания на прочность образцов из титановых сплавов;
- испытания образцов на износостойкость с различными видами упрочнения поверхности, по итогам предложен способ обработки поверхности.

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

Пермский Политех реализует высококачественную подготовку кадров по широкому спектру направлений подготовки и специальностей, в том числе, в области авиационного

двигателестроения.

В 2021 году университет вступил в программу «Крылья Ростеха» совместно с АО «ОДК-СТАР». По итогам работы в текущем учебном году была сформирована фокусная (пилотная) группа из 3 направлений подготовки, все обучающиеся заключили целевые договоры на обучение. Большая часть образовательной деятельности проводится на площадках АО «ОДК-СТАР» с участием наставников. Наставники ставят студентам реальные производственные задачи, а также окажут помощь в выборе будущего карьерного пути.

Университет реализует экосистемный подход в построении непрерывного образования – от предвуниверсария до поддержки построения карьеры и образования для «третьего возраста»: сделан сдвиг в сторону партнерства, кастомизации и цифровизации программ дополнительного образования по перспективным направлениям в области промышленного развития Российской Федерации.

Осенью 2022 года в университете планируются к открытию два 10-х класса «Пермской политехнической школы» с возможностью движения по сквозной образовательной траектории «школа-бакалавриат-магистратура-аспирантура».

Университет развивает программы дополнительного профессионального образования: совершенствует профессиональные специализированные (hard-skills), кроссконтекстные (soft-skills) и универсальные личностные компетенции (self-skills).

Система ДПО университета включает более 50 подразделений, реализующих программы ДПО, 11 из них – в интересах индустриальных партнеров авиастроительной отрасли.

Университет является ключевым участником регионального проекта «Сетевой ИТ-университет», реализуемого при поддержке Министерства информационного развития и связи Пермского края, в рамках Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» с 2019 года, в целях проекта: обучение цифровым навыкам и ИТ-компетенциям в Пермском крае посредством реализации программ повышения квалификации в сфере информационно-коммуникационных технологий.

Являясь участником программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030», университет отвечает на современные вызовы и концентрирует усилия для формирования прикладных цифровых компетенций у выпускников и студентов старших курсов. В результате к концу 2022 года более 200 бакалавров и магистров сформируют разнообразные цифровые компетенции и навыки, связанные с использованием прикладных инженерных пакетов, современных цифровых сервисов и инструментов, в том числе, по непрофильным для ИТ-сферы направлениям.

2. ОПИСАНИЕ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ

2.1. Ключевые характеристики передовой инженерной школы

Для реализации программы развития передовой инженерной школы в Пермском Политехе создано новое подразделение – «Высшая школа авиационного двигателестроения» (далее – ВШАД, ПИШ ВШАД, Школа). Это новонаучно-образовательное подразделение, обладающее высокой степенью автономности и имеющее собственные механизмы управления (подробнее о системе управления ВШАД и ее организационной структуре см. разделы 3.2 и 3.3 настоящей Программы развития). Деятельность Школы опирается на следующие основные подходы и принципы:

- в области научных исследований и разработок деятельность Школы направлена на решение ключевой фронтальной задачи области гражданского авиадвигателестроения: кратное ускорение создания, подготовки производства, изготовления и ремонтов гражданских авиационных двигателей и газотурбинных установок. Решение этой задачи необходимо для поддержания технологического суверенитета РФ, в том числе, в условиях внешних экономических, технологических и производственных ограничений;
- проведение прорывных научных исследований по направлениям, тематики которых определены совместно ключевыми индустриальными партнерами ВШАД – предприятиями Пермского научно-производственного комплекса ПАО «Объединённая двигателестроительная корпорация» (Пермский НПК ОДК): ПАО «ОДК-Пермские моторы», ПАО «ОДК-Авиадвигатель» и АО «ОДК-Стар». Это позволит привлечь значительный объем средств на выполнения НИОКР в интересах высокотехнологических компаний, заинтересованных, в том числе, и в трансдисциплинарной передаче технологий;
- разработка и реализация портфеля инновационных образовательных программ всех уровней обучения: среднего (полного) образования в рамках Политехнической школы ПНИПУ, программ бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки;
- формирование уникального набора компетенций, определяющих «нового» инженера: выпускники магистратуры ПИШ ВШАД при решении конкретных практически важных инженерных задач на предприятиях Пермского НПК ОДК получают уникальные технологические и конструкторские компетенции по разработке новых и модификации существующих деталей, узлов и агрегатов действующих и перспективных газотурбинных двигателей (ГТД) для гражданской авиации, включая компетенции по разработке новых конструктивных решений электрификации ГТД, уникальные компетенции по разработке технологий производства сложных составных изделий из полимерных композитов и жаропрочных сплавов, по разработке и применению гибридных аддитивных технологий производства деталей ГТД, компетенции по созданию бортовых информационных систем анализа данных на основе технологий машинного обучения и искусственного интеллекта, используемых для управления эксплуатацией и предиктивным ремонтом ГТД;
- набор опорных дисциплин магистратуры, единый для всех магистерских программ по конструированию и технологиям производства ГТД, формирует выпускников

магистратуры способность понимать последствия и учитывать отдаленные эффекты результатов своей работы. Например, применение технологии создания деталей из полимерных композитов нужно не само по себе, а дает вклад в общую задачу по увеличению дальности полета, снижению стоимости летного часа, ускорению производственного цикла изготовления ГТД; совместное обучение специалистов для различных подразделений ОДК, включая технологов и конструкторов, формирует меж-икроссфункциональность, понимание взаимодействия подразделений при производстве общего продукта (ГТД) и навыки командной работы;

- базовая инженерная грамотность формируется в бакалавриате (основы цифрового проектирования, стандарты конструкторской и технической документации и процедур сертификации, технологии создания и материаловедения сложных технических систем, физика и механика природных и техногенных объектов, современная наука о прочности материалов, системы мониторинга и контроля технических систем, основы технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, философия инженерного творчества, управление проектами, персоналом и инвестициями, экономика промышленного предприятия, иностранные языки, психология командной работы и т.д.), в бакалавриате также закладываются основы инженерного мышления, осваивается системный анализ и конструирование системы разделения труда в отрасли гражданского авиадвигателестроения, представления о направлениях развития технологий и рынков отрасли гражданского авиадвигателестроения и смежных отраслей, и т.д.;
- целевая модель ВШАД предполагает подготовку кросс-функциональных команд инженеров, способных к одновременному сопроектированию/соконструированию как такого сложного устройства, как авиационный двигатель, так и проектирование необходимой для его производства и сервиса расширенной системы разделения труда. Для этого образовательная модель Школы предполагает наличие трех контуров образования: собственно освоение дисциплин, проектная работа в смешанных командах для имитации системы разделения труда в отрасли, производственная практика на базе индустриальных партнеров под руководством наставников – практиков. Меняется и форма итоговой аттестации: теперь на защиту выносятся не «классическая» выпускная квалификационная работа, а проект по созданию новой технологии («технология как диплом») – техническая и/или конструкторская документация, защищаемая командным образом с привлечением специалистов различных направлений, а также способная к правовой охране. Это, в том числе, позволит существенно нарастить количество результатов интеллектуальной деятельности, зарегистрированных в установленном порядке – более чем в 4 раза к 2030 году;
- одной из особенностей ВШАД будет ее направленность на реализацию программ непрерывного образования и повышения квалификации: запланирован кратный рост числа обучающихся на программах повышения квалификации и профессиональной переподготовки, причем реализация сетевой формы образования позволит существенно расширить круг лиц, имеющих возможность совершенствования своего профессионального мастерства;

- будет реализовано три ключевых направления в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности (подробная информация приведена в разделе 4.2 настоящей программы).

2.2. Цель и задачи создания передовой инженерной школы

Целью создания и развития передовой инженерной школы – Высшей школы авиационного двигателестроения ПНИПУ – является создание на базе университета в кооперации с ключевыми высокотехнологическими компаниями отрасли российского гражданского авиадвигателестроения, а также совместно с ведущими научными и образовательными организациями России уникальной системы подготовки инженерных кадров, основанной на новой образовательной модели (охватывающей уровни образования, начиная со среднего (полного) образования, бакалавриата, специалитета, магистратуры, заканчивая подготовкой кадров высшей квалификации, а также программ дополнительного профессионального образования), включающей в себя освоение ключевых инженерных компетенций, опыта проектной и командной работы, решения прорывных научно-исследовательских и технологических задач, имитации системы разделения труда в отрасли гражданского авиадвигателестроения, а также опыта реальной работы на предприятиях ОДК под руководством наставников – практиков.

К числу основных **задач** Школы относятся:

- создание условий подготовки высококвалифицированных кадров сектора гражданского авиадвигателестроения Российской Федерации за счет внедрения новой образовательной модели, основанной на совмещении учебной деятельности и решения реальных практически важных инженерных задач на предприятиях ОДК, на всех уровнях образования, обеспечивающей подготовку кросс-функциональных команд инженеров, способных создавать технологические решения для кратного ускорения цикла проектирования, изготовления и сервиса авиационных двигателей гражданского назначения;
- создание специальных образовательных пространств для опережающей подготовки инженерных кадров и реализации дополнительных профессиональных программ по актуальным научно-технологическим направлениям и "сквозным" цифровым технологиям;
- создание условий для непрерывного повышения квалификации сотрудников высокотехнологических предприятий – лидеров отрасли гражданского авиадвигателестроения Российской Федерации, в том числе, через совместную проектную работу с магистрантами ВШАД;
- выполнение прорывных разработок и исследований, направленных на решение задач, соответствующих мировому уровню актуальности и значимости для решения фронтальной задачи – кратного ускорения создания, подготовки производства, изготовления и ремонтов гражданских авиационных двигателей и газотурбинных установок;
- формирование устойчивой системы поиска инновационных решений, трансфера

технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, в том числе, через создание стартап-студии для подготовки стартап-команд, в том числе, под перспективные задачи ОДК, и их поддержки на различных этапах жизненного цикла стартапов.

2.2.1. Роль передовой инженерной школы в достижении целевой модели университета

Создаваемая в Пермском Политехе передовая инженерная школа нацелена на отработку новой образовательной модели подготовки инженерных кадров, решения фронтальной научно-технологической задачи, создания специальных научно-исследовательских, технологических и образовательных пространств с последующим переносом этих элементов на весь университет. Таким образом, реализация программы Школы влияет на достижение следующих элементов (характеристик) целевой модели университета (п. 1.1 настоящей Программы):

- в области образования:
 - изменение подхода к управлению образовательными программами;
 - внедрение проектного обучения с модульно-дисциплинарной обвязкой;
 - пересмотр подхода к функционализации содержательному наполнению уровней образования «бакалавриат», «магистратура»;
 - осознанное и целенаправленное внедрение индивидуальных образовательных траекторий в целях подготовки к инженерно-технологической деятельности по созданию новых технологий и продуктов в условиях ограниченности средств с правом на ошибку и погружением в реальную проектную деятельность;
 - внедрение формы итоговой аттестации «технология как диплом» с защитой кросс-функциональными командами обучающихся и наставников;
 - применение программ ДПО как ключевого элемента системы сквозной опережающей подготовки кадров для сектора исследований и разработок в отрасли гражданского авиадвигателестроения;

Вместе с индустриальными партнерами выработан алгоритм построения образовательных программ магистратуры и ДПО, в соответствии с которым формируется система требований к выпускникам каждой образовательной программы магистратуры, на основе которых разрабатывается структура учебных планов магистратуры и далее руководителями образовательных программ определяется необходимое содержание дисциплин. Исходя из содержания дисциплин, оценивается наличие необходимых компетенций у сотрудников университета и по отсутствующим в ПНИПУ компетенциям выполняется поиск ППС в других университетах. Формирование части компетенций выпускников обеспечивается опытными сотрудниками ОДК-Авиадвигатель и ОДК-Пермские моторы. Одна из сложностей на начальном этапе работы ВШАД состоит в том, что перечень требований к необходимым компетенциям выпускников формируется руководителями образовательных программ со стороны компаний ОДК из потребностей подразделений ОДК на ближнюю перспективу, а не из анализа рынка и тенденций развития отрасли или развития близких технологий в других отраслях. Для ответа на этот вызов в ПИШ ВШАД планируется создать Центр анализа

развития технологий и отрасли.

- в области исследований и разработок:
 - переход к проактивному партнерству и коммуникациям с исследовательскими центрами для совместного формирования повестки отраслевого авиадвигателестроения и решения фронтальных научно-технологических задач;
 - создание в университете инженерного центра по проектированию, опытному производству и испытаниям малого авиационного двигателя;
 - становление Пермского Политеха как интегратора ключевых научно-технологических компетенций, имеющихся у наших партнеров;
 - внедрение в инженерном центре практики одновременного (синхронного) проектирования и продукта, и производственного цикла его создания, и оптимизацию и перестройку технологических цепочек;

В частности, выпускники ВШАД в процессе обучения будут принимать участие в решении практически важных для компаний ОДК инженерных задач по разработке технологий промышленного производства деталей ГТД и мотогондол из композитов для снижения веса ГТД и самолета, снижения стоимости летного часа и увеличения дальности полета; в разработке и создании более электрифицированного самолета для уменьшения расхода топлива и снижения экологической нагрузки; в разработке технологий промышленного производства деталей ГТД методами гибридных аддитивных технологий; в создании бортовых систем и сервисов на основе технологий ИИ и машинного обучения. Для разработки перечисленных технологий требуется значительный объем научно-исследовательских работ по всем перечисленным направлениям и система партнерств с другими университетами и научно-исследовательскими центрами. Разрабатываемые технологии применимы не только в авиадвигателестроении, но и в других отраслях экономики, что дает возможность создавать технологические стартапы по перечисленным направлениям для различных рынков высокотехнологичных продуктов.

Для выполнения совместных исследований и разработок разработана дорожная карта мероприятий ВШАД с ОДК-Авиадвигатель и ОДК-Пермские моторы. В ПИШ ВШАД сотрудниками и студентами ведутся перспективные исследования по задачам развития, сформулированным ОДК-Авиадвигатель, например, по техническому зрению для оценки предметов, попадающих в авиадвигатель при взлете и посадке самолета, и предсказанию по этим данным наступления времени технического обслуживания, на 2023 год запланированы работы по проектированию и установке стенда-имитатора для отработки технологий создания внутреннего генератора электроэнергии ГТД. Планируется открытие учебных и производственных лабораторий по высокоточному литью, по композитным материалам.

- в области инфраструктуры и управления человеческим капиталом:
 - создаем открытые пространства для прикладной инженерной деятельности школьников, студентов и сотрудников всех факультетов университета;
 - внедряем единую систему управления и организации доступа к инженерным,

- производственным, научным и лабораторным центрам коллективного пользования;
- рассматриваем кампус ПНИПУ как объект инженерных преобразований в проектной деятельности студентов и сотрудников;
 - развиваем компетенции НПР через инженерную деятельность в совместных проектах со студентами и сотрудниками индустриальных партнеров;
 - при необходимости «закрывать» недостающие компетенции привлекаем внешних НПР с новыми компетенциями через предоставления свободы научно-технологического и инженерного творчества и его финансирования.

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

Создание передовой инженерной школы ставит перед ПНИПУ ряд вызовов, ответом на которые может стать создание, модернизация и открытие новых образовательных программ инженерного профиля, наращивание объемов выполняемых научно-исследовательских работ, появление качественно новых технологий и решений. Со стороны наших индустриальных партнеров (предприятия ПАО «Объединенная двигателестроительная корпорация») наблюдается растущий спрос на высокотехнологичные решения в области ускорения создания, подготовки производства, изготовления и ремонтов гражданских авиационных двигателей и газотурбинных установок, что, в свою очередь, оказывает влияние на систему образования, и создает спрос на новые виды профессий, подкрепленные современными компетенциями.

ПНИПУ концентрирует усилия на опережающей подготовке высококвалифицированных инженерных кадров, способных к созданию новых решений, основанных на результатах современных научных исследований. Это подтверждается активным участием университета в реализации мероприятий национальных проектов:

1) «**Наука и университеты**»;

2) «**Цифровая экономика Российской Федерации**».

Создание Высшей школы авиационного двигателестроения обеспечит выполнение Указа Президента РФ «**О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года**» в части достижения национальной цели «Цифровая трансформация», что позволит повысить «цифровую зрелость» отрасли гражданского авиадвигателестроения.

Научные проекты Высшей школы авиационного двигателестроения соответствуют **приоритетному направлению развития науки, технологий и техники РФ** "Транспортные и космические системы", а также **приоритетам научно-технологического развития РФ**, указанным в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642. Результаты реализации программы помогут обеспечить:

- переход к **передовым** цифровым, интеллектуальным

производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создания систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

- связанность территории Российской Федерации.

Благодаря реализации программы ВШАД будет заметен вклад в достижение значимых контрольных результатов «дорожных карт» **Национальной технологической инициативы**, направленных на обеспечение развития рынков НТИ, включая сегменты рынка «Технет», «Автонет», «Аэронет».

Создание Высшей школы авиационного двигателестроения отвечает запросам **стратегии пространственного развития Российской Федерации** на период до 2025 года в части концентрации экономического роста и повышения социально-экономической роли городов.

Разрабатываемые в рамках реализации Программы деятельности передовой инженерной школы технологии отвечают **Перечню критических технологий Российской Федерации**, утвержденных Указом Президента РФ №899 от 7 июля 2011 года, необходимых для развития и модернизации инновационной экономики Российской Федерации.

2.3. Ожидаемые результаты реализации

Ключевые ожидаемые результаты реализации программы развития передовой инженерной школы ПНИПУ выражаются количественными показателями и качественными изменениями в университете, которые произойдут при внедрении новых моделей образовательной, научно-технологической и инновационной деятельности Школы, а затем будут транслированы на весь университет.

Качественными результатами реализации программы будут:

- в области научно-технологического развития университета:
 1. внедрение новых подходов сквозной разработки внедрения технологий создания системы «материал-конструкция» из полимерных композиционных материалов;
 2. отработка технологий высокоточного литья деталей из жаропрочных сплавов с низким процентом брака изделий;
 3. расширение области применения технологий гибридного аддитивного производства деталей ГТД;
 4. переход к более электрифицированному ГТД, содержащему встроенный генератор электроэнергии;
 5. реализация концепции единого информационного центра для централизованных действий с данными стендовых испытаний с использованием сложных иерархических систем обработки и хранения данных, разработки баз данных для хранения и анализа больших объемов данных испытаний;
 6. применение индустриальными партнерами подходов цифрового управления предприятием, удаленного мониторинга, предиктивного технического обслуживания и ремонта авиадвигателей;
- в области образовательной деятельности:

1. развитие образовательной и научно-исследовательской деятельности университета с учетом перспективных проектов развития ОДК;
 2. развитие индустриально-ориентированных специальных образовательных пространств;
 3. развитие проектных и консалтинговых компетенций в сфере аддитивных технологий, автоматизации, технологий машинного обучения и искусственного интеллекта, инновационного менеджмента и управления проектами на предприятиях авиационной, космической, машиностроительной и смежных отраслей (в том числе, в виде отработок магистерскими кросс-функциональными группами новых стандартов предприятий, отраслевых стандартов; подготовка к сертификации решений; подготовка и поддержка объектов интеллектуальной собственности);
- в области инноваций и трансфера технологий:
 1. будет создана стартап-студия для создания стартап-команд, в том числе, под задачи ОДК, и их поддержки на различных этапах жизненного цикла стартапов;
 2. опираясь на ключевые компетенции и ресурсы, университет создаст Центр технологического инжиниринга с конструкторским и проектным бюро, Центром прототипирования и опытным производством;
 3. для выполнения мелкосерийных заказов стартап-команд наряду с центрами коллективного пользования и центра прототипирования будет создан студенческий фаблио открыты студенческие конструкторские бюро совместно с индустриальными партнерами и другими ПИШ, реализующими подготовку инженеров для смежных отраслей;
 - в инфраструктурной политике:
 1. создание новых бюро и лабораторий, в том числе лаборатории литейного производства, бюро моделирования технологических процессов, лаборатории цифровизации производственных процессов, позволит создать пространство для решения реальных практически важных инженерных задач интереса индустриальных партнеров Школы;
 2. новые модели управления научно-исследовательской и технологической инфраструктурой, отработанные в Школе, станут основой для пересмотра системы управления центрами коллективного пользования и уникальными научными установками Пермского Политеха, что позволит повысить эффективность использования научной инфраструктуры университета.

Количественные результаты реализации программы приведены в Приложениях к программе.

3. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ

3.1. О руководителе передовой инженерной школы

Зубко Иван Юрьевич

Доцент

Кандидат физико-математических наук

Подробные сведения приведены в разделе "Руководитель ПИШ".

3.2. Система управления

Для реализации программы передовой инженерной школы ПНИПУ создается новое научно-образовательно-структурное подразделение «Высшая школа авиационного двигателестроения». Школа будет обладать высокой степенью автономии и иметь собственные механизмы управления. Директор и научный руководитель Школы назначаются ректором ПНИПУ из числа наиболее квалифицированных и опытных специалистов, имеющих высокую репутацию в отрасли авиадвигателестроения на российском и мировом уровне.

Приказом ректора ПНИПУ создается дирекция ВШАДс участием представителей индустриальных партнеров – коллегиальный орган, возглавляемый научным руководителем ВШАД, занимающийся подготовкой предложений для программы взаимодействия с компаниями-партнерами ОДК в стратегической перспективе, подготовкой предложений по выбору для ВШАД направлений перспективных технологических разработок, открытием новых лабораторий и магистерских программ. Дирекция ВШАД осуществляет внешнюю экспертизу по развитию образовательной, инженерной и исследовательской деятельности в ПИШ ВШАД.

В ПИШ ВШАД не будет традиционных кафедр и будут введены функции руководителей образовательных программ (высшего образования и ДПО).

Ежегодно в соответствии с перспективными направлениями развития отрасли гражданского авиационного двигателестроения этапами решения фронтальной задачи будет актуализироваться набор образовательных программ и их содержание, включая разработку образовательных программ целевого заказа промышленных партнеров.

Будут созданы комиссии, обеспечивающие экспертизу заявок на выделение ресурсов (научная комиссия и образовательная комиссия), решающие вопросы распределения средств на стажировки, повышение квалификации и академическую мобильность сотрудников и студентов ВШАД, привлечение студентов и молодых ученых к работе над научными и образовательными проектами, реализации образовательных инициатив и научно-технических проектов.

Будут сформированы коллегиальные органы управления реализацией программы развития передовой инженерной школы с участием представителей высокотехнологических компаний - академический совет и научно-технический совет.

Академический совет ВШАД – коллегиальный экспертный орган управления, направлениям, образовательной модели и технологиям опережающей подготовки инженерных кадров выполняющий экспертизу содержания и условий реализации образовательных программ, в состав которого включаются представители организаций-участников Школы, руководители образовательных программ, ведущие эксперты по профилю деятельности совета.

Научно-технический совет ВШАД – коллегиальный экспертный орган управления, разрабатывающий рекомендации по направлениям проектной и исследовательской деятельности, отбор и экспертизу научно-технологических проектов для грантовой поддержки, в состав которого включаются представители организаций-участников Школы, ведущие эксперты по профильному направлению.

3.3. Организационная структура

С целью эффективной реализации программы ВШАД в соответствии с современными тенденциями образовательной деятельности планируется введение новых должностей в университете со следующими функциями:

1. Руководитель образовательной программы:

- Проектирование и модернизация образовательной программы;
- Оценка эффективности образовательной программы;
- Продвижение образовательной программы.

1. Тьютор:

- Содействие обучающимся в формировании индивидуального образовательного трека;
- Обеспечение обучающихся необходимой информацией о предоставляемых вузом возможностях: программах, курсах, конференциях, академической мобильности и т.д.

1. Менеджер образовательной программы:

- Взаимодействие с преподавателями, студентами, абитуриентами по вопросам сопровождения учебного процесса;
- Ведение документации (приказы, заявления, ведомости, договоры и др.);
- Работа с корпоративными системами учёта вуза.

Организационная структура ПИШ представлена на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Организационная структура Высшей школы авиационного двигателестроения

3.4. Финансовая модель

Финансовая модель Высшей школы авиационного двигателестроения (ВШАД) Пермского Политеха строится на принципе соблюдения общего баланс бюджетного и внебюджетного финансирования, доля бюджетных средств в котором опирается на сложившуюся финансовую модель университета и по итогам 2021 г. составляла 58%. Финансирование научной деятельности составляет 37% общего объема бюджета, в том числе из них доля НИОКР, выполненных по заказу высокотехнологических компаний реального сектора экономики, составляет 80%. По данному показателю ПНИПУ находится в числе лидеров среди российских университетов.

Финансово-экономическая модель ВШАД ПНИПУ будет трансформироваться, исходя из целей и задач, а

также результатов реализации Программы Передовой инженерной школы до 2030 года (рис. 3.2). Основными драйверами изменений финансово-экономической модели являются изменение численности студентов и НПР, включая привлечение ученых, конструкторов и технологов мирового уровня, развитие на базе ВШАД центра академического лидерства «Авиационное и ракетное двигателестроение, механика материалов и конструкций, акустика», реализуемого университетом в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

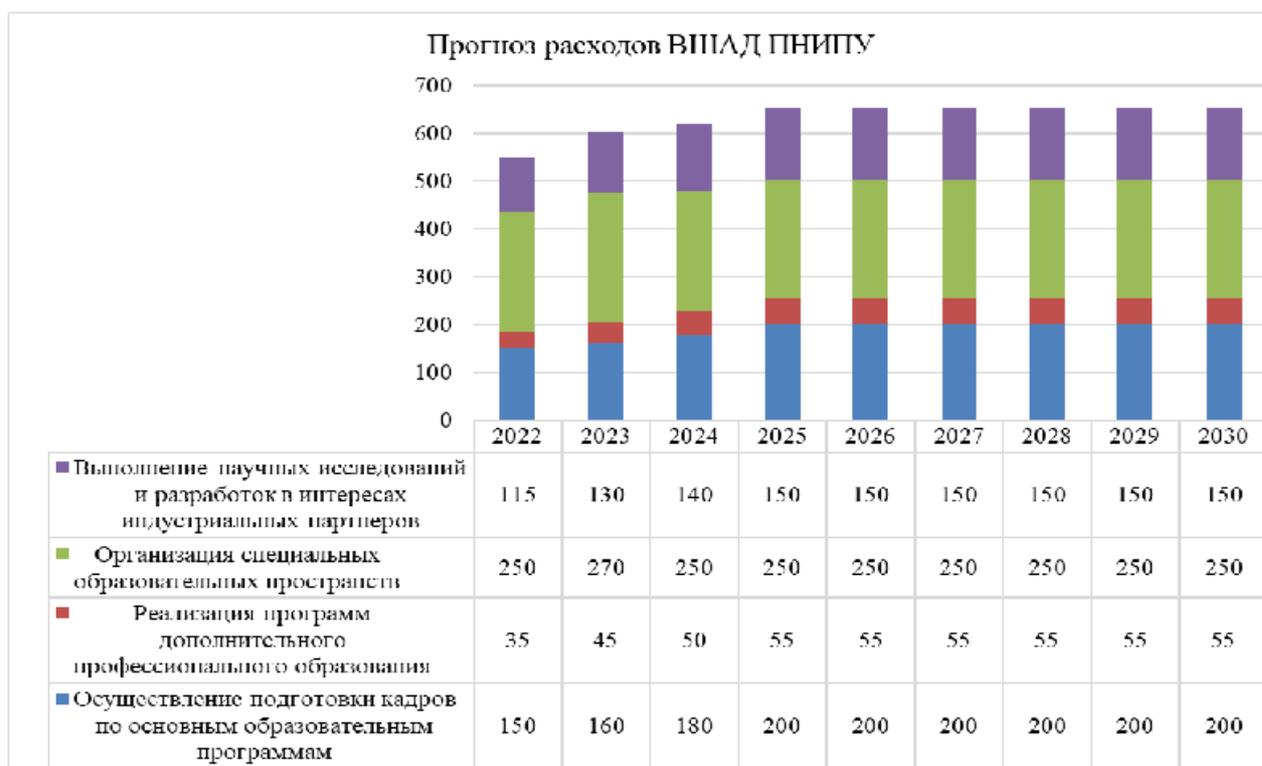


Рис. 3.2. Прогноз доходов и расходов передовой инженерной школы на период 2022–2030 годы

Доходы от научно-исследовательской и инновационной деятельности университета существенно увеличатся к 2030 году и составят около 2,7 млрд. руб., в том числе за счет наращивания объема НИОКР в интересах партнеров передовой инженерной школы не менее чем до 0,5 млрд. руб. к 2030 г. (при этом общий объем финансирования, привлеченного передовой инженерной школой на исследования и разработки в интересах бизнеса, накопленным итогом в период 2022-2030 гг. составит не менее 2,3 млрд. руб.) Объем реализуемых

НИОКР будет увеличиваться за счет расширения сотрудничества с компаниями реального сектора экономики и предоставления большего спектра услуг (в том числе – инжиниринговых), а также привлечения бюджетного финансирования при реализации фундаментальных и поисковых научных исследований в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» и Программы развития Пермского научно-образовательного центра мирового уровня «Рациональное недропользование». Доходы от образовательной деятельности увеличатся за счет расширения контингента студентов, создания новых образовательных программ высшего, школьного и дополнительного образования, включая платные программы магистратуры, разработанные под перспективные задачи промышленных партнеров. При этом программа развития передовой инженерной школы предусматривает существенное наращивание количества лиц, проходящих повышение квалификации и профессиональную переподготовку, в том числе, за счет развития сетевых форм взаимодействия с организациями, на базе которых не созданы передовые инженерные школы.

Расходная часть финансово-экономической модели передовой инженерной школы складывается из затрат на организацию специальных образовательных пространств, осуществление образовательной деятельности школы (включая затраты на оплату труда ведущих ученых-практиков, наставников, организаторов проектной работы учащихся, выделение грантов для реализации разработок обучающихся и организацию их стажировок в ведущих научно-образовательных и производственных центрах отрасли), затраты на реализацию программ дополнительного профессионального образования и выполнение прорывных исследований и разработок при реализации научно-исследовательских проектов (см. раздел 4.1.1 настоящей Программы). С целью расширения источников финансирования развития вуза, в том числе, для возможности финансирования и за горизонтом 2030 г., ПНИПУ будет развивать эндаумент фонд, который будет привлекать финансирование от промышленных партнеров и выпускников.

Для эффективного управления финансовыми ресурсами передовой инженерной школы ПНИПУ создаст распределенную систему финансового управления: будут регламентированы процессы бюджетирования, задающие единый стандарт бюджетной деятельности университета; сформированы бюджетные комитеты, которые будут составлять бюджеты с единым уровнем детализации. ПНИПУ будет формировать единую политику по управлению денежными средствами, включающую политику размещения, привлечения дополнительного финансирования, управления валютными рисками. Университет будет переходить к управлению финансами с использованием cash pooling-схем, которые позволят централизованно управлять средствами.

4. ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНИРУЕМОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ

4.1. Научно-исследовательская деятельность

ПНИПУ является лидером в инновационных разработках России, выступая ведущим исполнителем научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по направлению авиадвигателестроения и занимает второе место среди ВУЗов по объему работ в рамках программ инновационного развития корпорации ПАО «ОДК».

Ключевым приоритетом авиадвигателестроительной отрасли РФ еще в 2020, 2021 гг. обозначено кратное снижение сроков создания выведена рынок новой продукции. В настоящий момент на фоне потребности обеспечения технологического суверенитета РФ в области авиационного двигателестроения эта задача усиливается необходимостью быстрого разворачивания производств в значительно **больших**, в сравнении с планируемыми ранее, объемах в условиях дефицита ресурсов.

Создание ВШАД позволит выстроить инновационно-технологическую систему, стимулирующую создание высокотехнологичных разработок для реализации фронтальной задачи по **кратному ускорению создания, подготовки производства, изготовления и ремонтов гражданских авиационных двигателей и газотурбинных установок.**

Университетом накоплен значительный опыт успешной реализации масштабных проектов совместно со специалистами предприятий ОДК. Пермский Политех в рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы» участвует в разработке авиационных двигателей ПД-14, ПД-8 и ПД-35. При активном участии ученых ПНИПУ проведены работы по созданию высокотехнологичного производства элементов газотурбинных двигателей авиационного и наземного применения нового поколения на основе повышения эффективности и качества изготовления с внедрением автоматизированных и роботизированных многофункциональных технологических комплексов. К реализации проекта было привлечено более 150 научно-педагогических работников ПНИПУ и около 250 молодых ученых, студентов и аспирантов.

На текущий момент ученые университета совместно со специалистами предприятия активно взаимодействуют в исследованиях и разработках по созданию авиационного двигателя нового поколения – перспективного авиационного двигателя сверхбольшой тяги, – ПД-35. По результатам выполнения работ 2019-2021 гг. в ПНИПУ было подготовлено производство и разработана технология изготовления рабочей лопатки (РЛ) вентилятора из полимерных композиционных материалов (ПКМ) в размерности ПД-35. Накопленный опыт позволит к концу 2022 года изготовить первую партию технологических РЛ вентилятора из ПКМ в размерности ПД-35.

На базе ПНИПУ изготовлено 8 заготовок методом 3D-печати для опытного производства двигателей серии ПД. Используемая технология позволяет за 64 часа получить заготовку, готовую к финишной механической обработке. Применение технологии позволяет до 3 раз

снизить срок запуска в работу новой конструкции изделия, а также до 50 процентов снизить себестоимость ее изготовления.

Ключевым приоритетом научно-исследовательской политики Высшей школы авиационного двигателестроения является создание кастомизированного производства на базе цифровых решений с целью перехода на новую стадию развития производства авиадвигателестроения.

Деятельность Школы по исследованиям и разработкам будет вестись по следующим научно-исследовательским направлениям, способствующим решению фронтальной задачи:

- Цифровое проектирование: проектирование элементов ГТУ, оптимизация конструкций, гибридные материалы-конструкции;
- Цифровые двойники технологических процессов, включая многомасштабное моделирование критически важных операций;
- Сквозные технологии полимерных композиционных материалов: «проект-технологический процесс-материал-конструкция»;
- Передовые производственные технологии создания систем «Материал-Конструкция - Металлы»;
- Промышленная роботизация;
- Автоматизированные испытательные стенды;
- Информационные системы управления цифровой маркировкой, удаленным мониторингом и предиктивным обслуживанием авиадвигателей.

Представленные направления исследований и разработок соответствуют управлению частью жизненного цикла авиадвигателя. Перечисленным направлениям исследований и разработок соответствуют открываемые в 2022 году образовательные программы.

Научные проекты, конструкторские и технологические разработки увеличение числа высококвалифицированных специалистов – выпускников ВШАД, – даст возможность обеспечить:

1. Повышение технологического суверенитета РФ в области гражданского авиационного двигателестроения.
2. Повышение конкурентоспособности семейства двигателей ПД-14 и разрабатываемого двигателя ПД-35 на мировом рынке гражданской авиации.
3. Кратное снижение продолжительности производственного цикла двигателей и продолжительности ремонтного обслуживания на предприятии.
4. Снижение стоимости летного часа, снижение расхода топлива, увеличение дальности полета на самолетах гражданской авиации.
5. Увеличение надежности полетов за счет внедрения новых бортовых систем мониторинга состояния авиационных двигателей, управления их эксплуатацией и техническим обслуживанием.

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
Сквозные технологии полимерных композиционных материалов: проект-технологический процесс-материал-конструкция	30.00.00 Механика	01.07.2022	31.12.2030	ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО ОДК-СТАР АО
Промышленная роботизация	Интеллектуальные робототехнические системы	01.07.2022	31.12.2030	ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО ОДК-СТАР АО
Передовые производственные технологии создания систем «Материал-Конструкция» - металлы	55.00.00 Машиностроение	01.07.2022	31.12.2030	ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО ОДК-СТАР АО
Информационные системы управления цифровой маркировкой, удаленным мониторингом и предиктивным обслуживанием авиадвигателей	28.00.00 Кибернетика	01.07.2022	31.12.2030	ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО ОДК-СТАР АО
Цифровое проектирование : Проектирование элементов ГТУ, оптимизация конструкций, гибридные материалы-конструкции	55.00.00 Машиностроение	01.07.2022	31.12.2030	ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО ОДК-СТАР АО
Автоматизированные испытательные стенды	50.00.00 Автоматика. Ввычислительная техника	01.07.2022	31.12.2030	ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО ОДК-СТАР АО
Цифровые двойники технологических процессов, включая многомасштабное моделирование критически важных операций	30.00.00 Механика	01.07.2022	31.12.2030	ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО ОДК-СТАР АО

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

В качестве текущего задела в области инноваций и коммерциализации РИД, а также имеющихся ресурсов выделяются следующие особенности ВШАД:

- вокруг университета формируется и растет пояс высокотехнологичных малых и средних

предприятий, которые позволяют университету осуществлять трансфер технологий и разработок на предприятия крупных корпораций, включая АО «ОДК»;

- индустриальный трек ОДК конкурса-акселератора ПНИПУ «Большая разведка» позволяет на постоянной основе стартапам презентовать свой проект предприятиям ОДК;
- активно работают инжиниринговый центр новых технологий и студенческий бизнес-инкубатор, в портфеле которых суммарно находятся более 40 действующих проектов на разных стадиях развития. Некоторые из них уже заинтересовали предприятия ОДК: ОАО «ОДК-ПМ», ОАО «ОДК-Стар» и команды ведут переговоры об апробации и внедрении.

Одним из ярких и удачных примеров эффективного трансфера технологий и разработок является созданный в ПНИПУ в 2011 году научно-образовательный центр «Акустических исследований, разработки и производства композитных и звукопоглощающих авиационных конструкций» (НОЦ АКТ), который активно участвует в качестве соисполнителя в изготовлении опытного образца базового двигателя ПД-14 для гражданской авиации совместно с АО «ОДК-Авиадвигатель». В своем составе НОЦ АКТ имеет научно-исследовательские лаборатории, конструкторско-технологическое бюро, производственные и испытательные участки. НОЦ АКТ обеспечивает поддержку полного жизненного цикла создания и внедрения отдельных элементов высокотехнологичной продукции индустриального партнера. За период существования центра (с 2011 по 2022 г.г.) было выполнено работ на сумму более 1,2 млрд. руб. для предприятий ОДК.

В 2018 году в рамках выполняемого проекта ФЦП заключено 3 лицензионных договора с АО «ОДК-Авиадвигатель» по предоставлению исключительной лицензии на 3 патента Патенты относятся к изготовлению композитнойлопатки спрямляющего аппарата турбореактивных двухконтурных двигателей авиационного применения.

В рамках передовой инженерной школы ПНИПУ для себя выделяет **три ключевых направления в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности:**

1. ПОИСК проектов под тематики ОДК через индустриальный трек акселератора университета «Большая разведка» с дальнейшей их реализацией совместно с экспертами ОДК и на площадках корпорации.
2. СОЗДАНИЕ стартап-команд под задачи ОДК силами стартап-студии, бизнес-инкубатора и инжинирингового центраВШАД.
3. ПОДДЕРЖКА полного жизненного цикла создания и внедрения средств производства для предприятий ОДК.

Поиск проектов будет осуществлять команда университетского акселератора совместно с представителями ОДК. На рисунке 4.1 представлена одна из возможных схем взаимодействия. В качестве экспертов, оценивающих заявленные проекты акселератора, привлекаются действующие сотрудники предприятий, заинтересованные в решении конкретных технологических и производственных задач. После прохождения акселерации и

отбора в индустриальном треке стартап-команды начинают активное взаимодействие с представителями предприятий для реализации проектов.

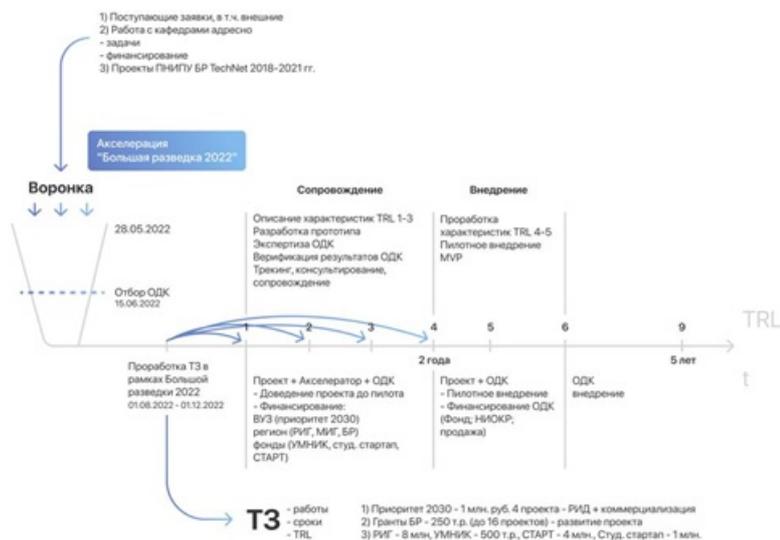


Рис. 4.1. Схема взаимодействия с ОДК в рамках бизнес-акселератора.

Поддержка полного жизненного цикла создания и внедрения средств производства будет осуществляться в рамках программы научных исследований и разработок на имеющейся и создаваемой инфраструктуре ВШАД, включая Центр технологического инжиниринга с конструкторским и проектным бюро, Центром прототипирования и опытным производством.

Реализация политики в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности должна привести университет к следующим результатам.

- Для обеспечения открытости университета и упрочения связей с предприятиями ОДК будет сформирован Центр развития инновационных проектов с институтом технологических брокеров — физические и юридические лица, эксперты, представители компаний и частных консультантов, имеющих специальные знания в сфере технологий. Их задачей станет проведение оценки перспективных технологий, потенциала их коммерциализации, содействие в привлечении финансирования, поиске партнеров и инвесторов. Это позволит новым технологиям преодолевать «долину смерти». При этом появятся устойчивые производственные цепочки МИП, малых и средних технологичных компаний с предприятиями ОДК. Одна из возможных схем работы техброкеров и техноменеджеров приведена на рисунке 4.2.



Рис. 4.2. Схема работы техноброкеров и техноменеджеров

- Основной задачей Центра трансфера технологий станет поддержка коллективов ПНИПУ по коммерциализации РИД. При этом ожидаем стабильный рост доходов университета от коммерциализации РИД по тематике ПИШ.

Посредством активного вовлечения в процессы разработки и внедрения стартап-компаний, отраслевых, исследовательских институтов, индустриальных партнеров будет создана система развития проектов полноценного цикла: «идея – фундаментальные и поисковые исследования – РИД – публикации и конференции – прикладные исследования – прототип – решение для индустриальных партнеров ПИШ» с преодолением «долины смерти».

Таким образом, за счет развития инновационной экосистемы на базе Высшей школы авиационного двигателестроения Пермский Политех станет **хабом технологического предпринимательства** в сферах авиационного двигателестроения и производственных технологий, якорной организацией сетевого взаимодействия в сфере технологического предпринимательства в интересах ОДК, создаст необходимую инфраструктуру и инструменты финансирования.

4.3. Образовательная деятельность

Пермский Политех – ведущий центр многопрофильной высококачественной подготовки кадров по широкому спектру инженерных направлений для предприятий и организаций Поволжья, Урала и всей страны.

Стратегия развития образовательной модели направлена на раскрытие талантов каждого индивидуума и формирование актуальных для индустриальных партнеров компетенций на основе опережающего обучения. Качество образовательной деятельности постоянно повышается за счет введения адаптивных, практико-ориентированных и гибких программ обучения, вовлечения студентов в научно-исследовательскую и инновационную деятельность. Проектная работа является стержнем образовательных программ, ядром ее практической ориентированности. Характер проектов (научный, прикладной) будет определяться образовательным треком. Реализуемая модель смешанного обучения включает интеграцию онлайн-курсов и технологий дополненной и виртуальной реальности (симуляторы, интеллектуальные тренажеры). Это позволит вузу существенно расширить аудиторию обучающихся различных категорий. Эффективные технологии будут

тиражированы в университете и транслированы в другие образовательные организации.

Повышение качественных характеристик обучающихся ПНИПУ будет осуществляться посредством маркетинга образовательной деятельности университета, разработки и реализации программ комплексного продвижения образовательных продуктов и развития профориентационной работы.

Будут совершенствоваться подходы к работе с талантливой молодежью, что позволит снизить ее отток в ведущие столичные вузы и привлечь в ПНИПУ.

Подготовка высококлассных инженеров, удовлетворяющих требованиям уровня «Индустрия 4.0» начинается со старших классов школы. С 2022-2023 учебного года в университет начинается обучение в новом подразделении «**Политехническая школа**» для учащихся 10-11-х классов, уникальной особенностью которой является вовлечение школьников в работу смешанных проектных команд с участием студентов и аспирантов над реальными научными и исследовательскими проблемами в лабораториях и подразделениях университета. В настоящий момент разрабатываются образовательные программы проектно-исследовательской работы по тематикам лабораторий ПНИПУ, а также исследовательских групп университета, являющихся участниками Программы «Приоритет-2030». Проектно-исследовательская работа будет организована в малых группах по 4-5 человек работы – это кросс-функциональная команда с имитацией системы разделения труда.

Решение сформулированной фронтальной задачи передовой инженерной школы – кратного ускорения создания, подготовки производства, изготовления и ремонтов гражданских авиационных двигателей и газотурбинных установок, – возможно при **изменении подхода к образовательному процессу** в комплексе с выполнением научно-технологических проектов.

Основной принцип, который мы вкладываем в разработку образовательных подходов – это обучение через реальную инженерную деятельность. Проектная работа станет стержнем образовательных программ, ядром ее практической ориентированности.

Имитация системы разделения труда, которая существует в быстроразвивающихся высокотехнологичных компаниях, в процессе выполнения командой реальных проектов позволяет студенту попробовать себя на разных позициях, освоить навыки коммуникации и выбрать свою индивидуальную траекторию развития в бакалавриате с продолжением в специализированной магистратуре. Таким образом, выпускники ВШАД будут способны к работе в кросс-функциональных инженерных командах, быстрой пересборке команд, уметь видеть слабые места и перестраивать производственные цепочки, повышать производительность труда.

Разнообразие видов деятельности (научно-исследовательская, проектно-конструкторская, производственно-технологическая, организационно-управленческая, сервисно-эксплуатационная), в которые может быть погружен студент в процессе выполнения реальных проектов и высокая сложность объектов в отрасли гражданского авиационного двигателестроения, обуславливают необходимость использования гибких

индивидуальных образовательных траекторий – формирование набора компетенций ядра, основных образовательных направлений (majors), дополнительных направлений (minors), элективов.

За время обучения в Школе, наряду с основной образовательной программой студенты должны будут освоить дополнительную программу профессиональной переподготовки по управлению проектами, персоналом и инвестициями. Программы ДПО будут разработаны совместно с предприятиями-партнерами и предприятиями-вендорами. Основная идея заключается в обеспечении нулевого периода адаптации на предприятии.

В настоящий момент Россия столкнулась с рядом вызовов, ответ на которые требует создания и внедрения качественно новых технологий и решений. Президент РФ В.В. Путин 31 марта 2022 года на совещании по развитию авиаперевозок и авиастроения отметил: «В горизонте текущего десятилетия доля отечественных самолётов в парке российских авиакомпаний должна кардинально вырасти, и это, конечно, шанс для производителей авиационной техники, – конечно, с обеспечением высокого уровня качества, надёжности и экономической эффективности нашей техники. ... При этом важно, чтобы техническое обслуживание и ремонт воздушных судов также отвечали самым высоким требованиям». С учетом текущего состояния авиадвигателестроительной отрасли и тех вызовов, которые обозначает Президент РФ, совместно с партнерами из Объединенной двигателестроительной корпорации была сформулирована фронтальная задача, на решение которой направлено создание ВШАД – **кратное ускорение создания, подготовки производства, изготовления и ремонтов гражданских авиационных двигателей и газотурбинных установок.**

Образовательное пространство ВШАД формируется в притесном взаимодействии триады «школа-вуз-предприятие» и триады (внутривузовской системы) «бакалавриат-магистратура-аспирантура».

Вместе с индустриальными партнерами выработан алгоритм построения образовательных программ магистратуры и ДПО, в соответствии с которым формируется система требований к выпускникам магистратуры, на основе которых разрабатывается структура учебных планов магистратуры и далее руководителями образовательных программ определяется необходимое содержание дисциплин. Исходя из содержания дисциплин, оценивается наличие необходимых компетенций у сотрудников университета и по отсутствующим в ПНИПУ компетенциям выполняется поиск ППС в других университетах. Формирование части компетенций выпускников обеспечивается опытными сотрудниками ОДК-Авиадвигатель и ОДК-Пермские моторы. Из структуры образовательных программ магистратуры формируется набор требований к компетенциям бакалавриата ВШАД. Общая часть этих компетенций формирует уникальный набор ядра образовательной программы бакалавриата, остальные компетенции относятся к специализации бакалавриата.

Образовательная модель бакалавриата представлена на рис. 4.3.



Рис. 4.3. Образовательная модель бакалавриата

Базовая часть предназначена для формирования универсальных и общепрофессиональных компетенций образовательных программ. В рамках базовой части реализуются фундаментальные дисциплины, общие для всех образовательных программ направлений подготовки.

В вариативной обязательной части предполагается формировать профессиональные компетенции новой направленности для укрупненных направлений магистратур.

Одним из основных инструментов создания образовательной траектории студента является реализация вариативной части по выбору студента, в рамках которой углубляются и дополняются профессиональные компетенции в соответствии со спецификой предприятий-партнеров соответствующей отрасли. На этом этапе в образовательный процесс для проведения занятий привлекаются специалисты университетов-партнеров и предприятий-партнеров.

Практическая часть магистерской программы (рис. 4.4) представлена как распределенными так и сконцентрированными в семестре практиками. В рамках практической части предусмотрены как научно-исследовательские семинары, так и сконцентрированные в семестре стажировки в университетах-партнерах и предприятиях-партнерах.

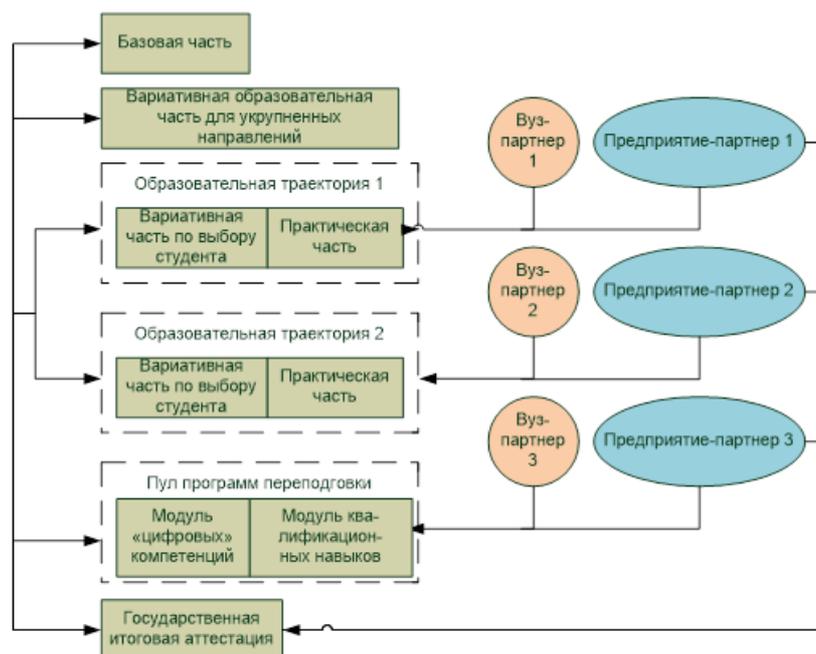


Рис. 4.4. Организграмма процесса реализации магистерских программ

Одной из особенностей обучения является 100%-ное вовлечение всех студентов ПИШ в решение реальных задач индустриальных партнеров с трудоустройством. Другим важным инструментом образовательной программы является прохождение программ переподготовки. Для студента и слушателя курсов, зачисленного в ВШАД, будет разработано несколько программ переподготовки. В таких программах ДПО обязательно будут присутствовать образовательный модуль, связанный с освоением «цифровых» (информационно-коммуникационных) компетенций, и модули, направленные на получение квалификационных знаний, умений и навыков, необходимых для замещения должности конкретного специалиста на предприятии.

Будет организована групповая защита магистерских диссертаций в рамках реализации проектного подхода «защита технологии как ВКР», что априори способствует развитию у студентов компетенций, связанных с коммуницированием и опытом работы в команде.

Также будет применен известный образовательный подход «Технологический стартап как диплом». Но уникальность его будет заключаться в том, что это будет своего рода подготовка команды «главного инженера». В основе будет лежать разрабатываемая технология или ноу-хау, востребованные индустриальным партнером. Студенты смогут попробовать себя в разных ролях, примеряя на себя роль руководителя, разработчика, технолога, предпринимателя, менеджера, экономиста. Ребята научатся управлять коллективом и проектом, брать ответственность за результат и членов команды, оценивать технические и экономические стороны проекта. А университет создаст условия для превращения проекта в реальный стартап с привлечением финансирования и участием производственного партнера.

Дополнительные профессиональные программы ПИШ будут ориентированы на три группы компетенций, связанные с организацией практического действия, особенно планирования, коммуникацией с творческим или дизайн-мышлением, а также будут формировать у обучающихся «навыки будущего» для построения успешной траектории образования и карьеры, готовящие нового специалиста к работе со сложными системами в условиях неопределенности (рис. 4.5):

1. Hard-компетенции – узкоспециализированные профессиональные компетенции в отдельных тематических областях знаний или технологий.
2. Soft-компетенции – сквозные или кросс-компетенции (способность к совместной работе в условиях конкуренции и партнерства, цифровая и кросс-культурная грамотность и экологическое мышление и т.д.).
3. Self-компетенции – навыки личного развития (способность учиться, чтобы образование происходило на протяжении всей жизни, способность ставить цели, действовать, решительность, готовность к риску; навыки самоопределения, эмоционального интеллекта и эмпатии; креативные, творческие способности и т.д.).

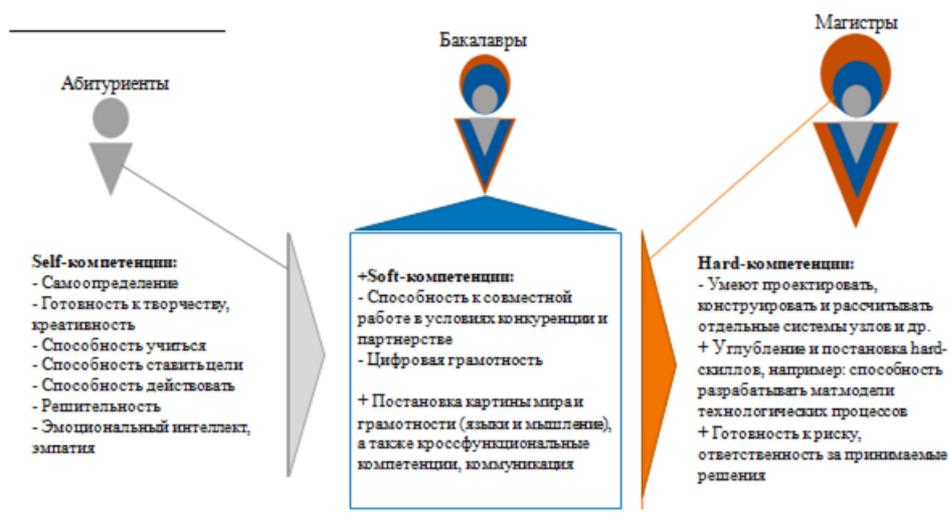


Рис. 4.5. Портрет абитуриента и выпускника

Программы ДПО войдут в образовательную траекторию каждого обучающегося, начиная с первого курса, и дополнят профиль выпускника и модели инженерного мышления (конструктивного, критического, системного, логического, творческого и др.) «навыками будущего», тем самым обеспечат устойчивую конкурентоспособность выпускника.

Образовательные программы ДПО также будут ориентированы на команды – деятельностные в проектной и игровой форме организации, ориентированы на обучение через опыт новых компетенций, а не теорию, обучение через погружения студенческих команд и отдельного студента в ситуации, которые требуют поиска и использования новых знаний в инженерной и исследовательской деятельности.

По структуре программы ДПО – модульные, различной трудоемкости от формирования отдельной компетенции до новой квалификации и целого вида деятельности, причем в

начале первого курса как бакалавриата, так и магистратуры предусмотрен «выравнивающий модуль», длительностью 1–1,5 месяца, состоящий из набора дисциплин / модулей / курсов на выбор, из которых обучающиеся формируют свой индивидуальный план под руководством тьютора и с учетом входной аттестации.

Одновременно с обучением студентов все три группы программ ДПО будут предложены промышленным партнерам для формирования единого понимания научно-технического развития отрасли и дальнейшего бесшовного встраивания выпускника в СРТ промышленного партнера.

В разработке и реализации программ ДПО предполагается привлечение представителей промышленности по направлению ПИШ. Кадровый состав программ ДПО будет обеспечен кафедрами университета, приглашенными специалистами-практиками из предприятий, а также проектными тренерами российского и мирового уровня.

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
Цифровые технологии проектирования систем управления и контроля авиационных двигателей и энергетических установок		Магистратура	01.09.2022	31.08.2032	ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО
Интеллектуальные роботизированные производственные и диагностические комплексы		Магистратура	01.09.2024	31.08.2032	ОДК-СТАР АО ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО
Цифровая трансформация архитектуры процессов на предприятиях авиационной промышленности	Экономика и управление	Магистратура	01.09.2023	31.08.2032	ОДК-СТАР АО ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО
Материаловедение высокотемпературных материалов ГТД	Технологии материалов	Магистратура	01.09.2022	31.08.2032	ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО ОДК-ПМ АО ОДК-СТАР АО
Технологии экспериментальной механики для решения проблем прочности, долговечности и безопасности авиационных конструкций	Технологии материалов	Магистратура	01.09.2023	31.08.2032	ОДК-СТАР АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ 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
Проектирование и конструкция двигателей и энергетических установок летательных аппаратов	Авиационная и ракетно - космическая техника	Магистратура	01.09.2022	31.08.2032	ОДК-СТАР АО ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО
Информационные технологии в транспортно-логистических системах	Информатика и вычислительная техника	Магистратура	01.09.2023	31.08.2030	ОДК-ПМ АО
Нейро-сетевое и интеллектуальное управление (Крылья Ростеха)	Управление в технических системах	Магистратура	01.09.2025	31.08.2033	ОДК-СТАР АО
Математическое моделирование физико-механических процессов для разработки и проектирования функциональных материалов	Математика и механика	Магистратура	01.09.2023	30.09.2032	ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО
Цифровые технологии и искусственный интеллект в системах управления (Крылья Ростеха)	Управление в технических системах	Магистратура	01.09.2023	31.08.2033	ОДК-СТАР АО
Передовые производственные технологии ГТД	Машиностроение	Магистратура	01.09.2022	31.08.2032	ОДК-СТАР АО ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО
Авиационные гидравлические системы	Авиационная и ракетно - космическая техника	Магистратура	01.09.2023	31.08.2032	ОДК-СТАР АО ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО
Экологический инжиниринг высокотехнологичных систем и устройств	Техносферная безопасность и природообустройство	Магистратура	01.09.2023	31.08.2032	ОДК-ПМ АО
Перспективные технологии создания конструкций ГТД и мотогондол из полимерных композиционных материалов	Технологии материалов	Магистратура	01.09.2022	31.08.2032	ОДК-СТАР АО ОДК-ПМ АО ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО
Инновационные технологии сварочных процессов и керамические покрытия	Машиностроение	Магистратура	01.09.2022	31.08.2032	ОДК-ПМ АО
Технологии высокоточной механической обработки авиационных конструкций из алюминиевых и титановых сплавов	Управление в технических системах	Магистратура	01.09.2023	31.08.2032	ОДК-ПМ АО
Информационные системы управления эксплуатацией и ремонтом, удаленным мониторингом и диагностикой, предиктивным техническим обслуживанием двигателей	Компьютерные и информационные науки	Магистратура	01.09.2022	31.08.2032	

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
Электроэнергетика, электромеханика и информационные технологии в проектировании, производстве и сервисе газотурбинных двигателей авиационного и промыш	Электро - и теплоэнергетика	Магистратура	01.09.2024	31.08.2032	ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ АО ОДК-СТАР АО ОДК-ПМ 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

Пермский Политех имеет опыт интегрированного обучения, когда на базе предприятия-партнера традиционное обучение совмещается с получением рабочей профессии. Таким образом, студент начинает свою трудовую деятельность на рабочих, а затем продолжает на инженерных должностях. Индустриальный партнер АО «ОДК-Пермские моторы» также имеет большой опыт организации практик и прохождения студентами стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе, в формате работы с наставниками.

Университет совместно с АО «ОДК-Пермские моторы» создали базовую кафедру «Газотурбинные технологии», которая размещается на предприятии.

Все практики образовательных программ технологической магистратуры будут осуществляться на площадях индустриального партнера с четким выполнением задания и контролем со стороны наставников. Созданные условия прохождения практик будут соответствовать будущей профессиональной деятельности выпускника.

В рамках образовательного процесса в программах технологической магистратуры будет осуществляться модель двойного кураторства: подготовка курсовых проектов и работ по профильным учебным дисциплинам, а также выпускной квалификационной работы будет осуществляться под руководством преподавателя университета и руководителя со стороны индустриального партнера.

В рамках развития обучения в формате работы с наставниками будет осуществляться передача опыта при совместной деятельности как профессиональной, так связанной с культурой производства принятого у индустриального партнера. Студент-стажер более глубоко познакомится с предприятием, с его структурой и ценностями.

Для участия в программе стажировок студент технологической магистратуры должен будет пройти отбор. Победители отбора получают грант на прохождение стажировки вне рамок образовательного процесса. Студент-стажер должен будет выбрать несколько программ стажировок и в течение обучения освоить все выбранные программы. Студент-стажер совместно с наставниками по итогам прохождения стажировок сможет определиться с будущей производственной карьерой.

Планируется использование средств гранта на компенсацию командировочных затрат студенту-стажеру во время командировок для прохождения стажировок, участия в научно-практических конференциях, выставках, пусконаладочных мероприятиях и прочих служебных командировках.

Все наставники будут реализовывать программы стажировок, которые разработают коллективы основных технологических линий по проектированию, технологиям производства и сервису авиационных двигателей гражданского назначения.

4.3.3. Принципы отбора кандидатов на обучение в передовой инженерной школы

Для обеспечения успешной подготовки инженера нового типа, обладающего широким набором компетенций «инженерной» (базовой) грамотности, навыками командной работы, креативности, владеющего несколькими знаковыми системами, необходимо предусмотреть отбор в Высшую школу авиационного двигателестроения ПНИПУ задолго до поступления учащихся на программы магистратуры или дополнительного профессионального образования. С этой целью разработаны стратегии привлечения талантов и отбора кандидатов, начиная с уровня школьного (среднего общего) образования, бакалавриата и специалитета, а также (отдельно) – для поступающих на программы магистратуры.

Целью отбора на уровне среднего (полного) общего образования и уровне программ бакалавриата (специалитета) является выявление и отбор мотивированных и заинтересованных абитуриентов, способных творчески мыслить, системно и критически подходить к решению нестандартных инженерных задач, логически рассуждать и уметь идентифицировать/позиционировать себя. Схема отбора кандидатов на обучение в ВШАД на уровне бакалавриата и специалитета приведена на рис. 4.6.

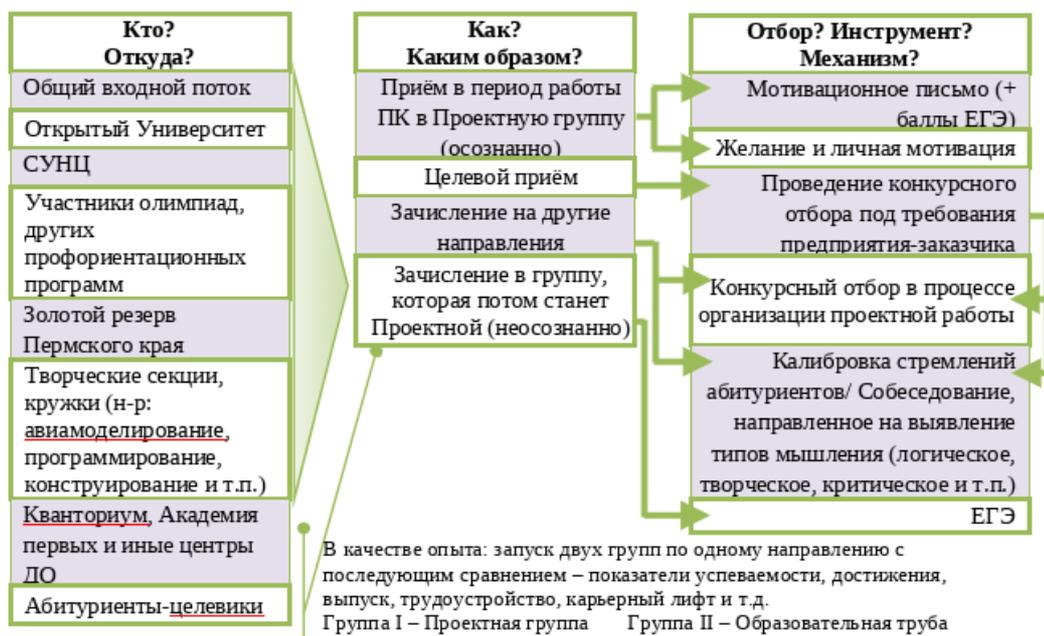


Рисунок 4.6 – Схема отбора кандидатов на обучение в ВШАД: уровень бакалавриата и специалитета

Целью отбора кандидатов на программы магистратуры и программы подготовки кадров высшей квалификации является выявление и отбор мотивированных и заинтересованных абитуриентов, способных творчески мыслить, системно и критически подходить к решению нестандартных инженерных задач, логически рассуждать, уметь идти на риск и брать ответственность за принимаемые технологические решения. Схема отбора кандидатов на обучение в США на уровне магистратуры приведена на рис. 4.7.



Рисунок 4.7 – Схема отбора кандидатов на обучение в США: уровень магистратуры

Система оценки заявок кандидатов на поступление в ПИШ по предполагаемым критериям:

1 - вступительные испытания, требуемые Министерством образования и науки Российской Федерации, а также необходимыми в соответствии с внутренними распоряжениями ПНИПУ (ЕГЭ – уровень бакалавриата (максимальный балл 300 по трем вступительным предметам ЕГЭ; междисциплинарный экзамен – максимальный балл устанавливается внутренним распоряжением ПНИПУ и предлагается в данной системе оценок быть равным 50);

2 - мотивационное письмо / видеообращение, в которых могут быть учтены такие характеристики кандидатов, как желание, мотивация, критическая оценка личных способностей (хочу, могу, надо), творческая компонента и т.д. (максимальный балл может быть установлен в пределах 10 единиц);

3 - соответствие требованиям заказчиков, в данной категории рекомендуется оценивать тематическую область (занятия в творческих кружках и секциях, тематика НИР, иных проектов и ВКР и т.п.), предпочтение отрасли / сектора дальнейшей профессиональной деятельности кандидата, рекомендательное письмо от работодателя,

благодарственные письма, грамоты, участие в профориентационных мероприятиях, организованных ПНИПУ (максимальный балл может быть установлен в пределах 10 единиц);

4 - индивидуальные достижения: олимпиады, конкурсы, гранты, конференции, публикации (в т.ч. монографии), акты внедрения, патенты и т.д. (максимальный балл может быть установлен в пределах 10 единиц);

5 – собеседование, в которое можно включить задачи, проектную работу, иные деловые игры и тренинги, позволяющие раскрыть психологические особенности, способности и сильные стороны, а также скрытые заделы кандидатов на обучение в Школе, а также профориентационное тестирование, направленное на выявление типов мышления и расположенности кандидатов к тематическим областям ВШАД ПНИПУ (логическое мышление, критическое мышление, креативное / нестандартное / творческое мышление (максимальный балл может быть установлен в пределах 10 единиц);

6 - иные критерии, не вошедшие ни в один из перечисленных пунктов, но важные при отборе кандидатов на обучение в ВШАД (максимальный балл может быть установлен в пределах 10 единиц). Итого максимально можно набрать на уровне бакалавриата 350 баллов, на уровне магистратуры 100 баллов. Важны и иные примечания конкурсной комиссии отдельно по каждому абитуриенту, которые будут зафиксированы экспертами и членами приемной комиссии во время отбора кандидатов на обучение в ВШАД ПНИПУ.

4.3.4. Трудоустройство выпускников передовой инженерной школе

Университет модернизирует систему трудоустройства и карьерного сопровождения выпускников ВШАД и с индустриальным партнером АО «ОДК-Пермские моторы» создаст Центр трудоустройства и сопровождения карьеры. Выпускники ВШАД будут вовлечены в деятельность университета и станут амбассадорами Пермского Политеха, оказывая поддержку не только через эндаумент фонд, но и через непосредственное участие в образовательной деятельности.

Центр трудоустройства и сопровождения карьеры (ЦТСК) будет активно работать с индустриальным партнером АО «ОДК-Пермские моторы», а также с высокотехнологическими компаниями, деятельность которых непосредственно связана с проектированием, производством и сервисом авиационных двигателей гражданского назначения.

ЦТСК будет выполнять следующие функции:

1. взаимодействие с индустриальным партнером и высокотехнологическими компаниями (формирование банка данных вакансий, тенденции рынка труда);
2. оказание содействия прохождения практик и стажировок в рамках учебного процесса студентов ВШАДи университета;
3. трудоустройство студентов Школы уровня бакалавриата и специалитета в высокотехнологической компании – индустриальном партнере и

- высокотехнологическими компаниями вне образовательного процесса (в период каникул);
4. проведение организационных мероприятий на площадках университета и индустриального партнера (ярмарок вакансий, дней карьеры, собеседования и др.);
 5. выявление профессиональных предпочтений студентов ВШАД, оценки готовности к осуществлению профессиональной деятельности у индустриального партнера;
 6. осуществление системного мониторинга трудоустройства и сопровождения карьеры выпускников Школы;
 7. осуществление системного анкетирования выпускников Школы и непосредственных руководителей на местах трудоустройства о выявлении необходимых компетенций для развития карьерного роста;
 8. информирование студентов ВШАД о программах ДПО и переподготовки, которые помогут будущему выпускнику развить карьеру (согласование цифрового следа образовательного процесса студента, программ ДПО и переподготовки и анализа анкетирования выпускников Школы и непосредственных руководителей на местах), а также обеспечить нулевую адаптацию на рабочем месте;
 9. выявление и привлечение мотивированных выпускников ВШАД, трудоустроенных на предприятии-индустриальном партнере, для реализации образовательных программ университета.

4.4. Кадровая политика

В настоящее время научную и образовательную деятельность в ПНИПУ осуществляют 903 научно-педагогических работника (НПР), из которых 133 (14,7%) – доктора наук; 479 (55,8%) – кандидаты наук. Средний возраст научных работников (НР) – 35,6 года, а профессорско-преподавательского состава (ППС) – 47 лет. Средний возраст административно-управленческого персонала (АУП) – 46,7 года. Таким образом, одним из драйверов развития ПНИПУ является его кадровый состав, в котором, с одной стороны, большая доля молодых работников (более 35%), что будет способствовать более активному внедрению изменений, предусмотренных Программой развития ВШАД, созданию кадрового резерва университета, плавной смене поколений с сохранением высокого качества предоставляемых услуг, а с другой стороны – высокая доля НПР с учеными степенями (более 70%), что способствует повышению эффективности проводимых исследований, привлекательности университета для обучающихся (абитуриентов), партнеров, а также для научно-педагогических работников, в том числе ведущих мировых ученых.

Нашей самой большей ценностью станет внедрение непрерывной системы повышения профессионального мастерства и одновременной оценки качества наших работников. Создание имиджа требовательного университета с прозрачными процедурами позволит нам выгодно позиционировать себя на рынке труда и привлекать ведущих преподавателей, практиков и ученых. Мы будем обеспечивать ротацию кадров, предоставляя возможность для интенсивного профессионального роста, основанного на принципах меритократии. Для достижения целей передовой инженерной школы будет реализован ряд ключевых подходов.

Привлечение инженеров-практиков к преподаванию в передовой инженерной школе будет поддержано со стороны предприятий-партнеров («ОДК-Авиадвигатель», «ОДК-Пермские моторы» и других). Инженерам-преподавателям со стороны предприятия будет дополнительно назначаться стимулирующая выплата.

Часть образовательного процесса ПИШ будет вынесена на территорию высокотехнологичных предприятий и будущие молодые специалисты будут перенимать знания и умения по проектированию и разработке производственных технологий создания сложных инженерных систем у своих наставников. Для обеспечения изменений мы создадим службу управления персоналом как профильную структуру кадровой службы. В ее функционал будут входить обеспечение таргетированного поиска на вакантные позиции, разработка и актуализация должностных профилей, проведение ежегодной оценки работников, аналитика результатов, организация курсов развития компетенций, разработка системы мотивации персонала.

Ожидаемые эффекты:

- вклад в достижение национальных целей – обеспечение повышения уровня кадрового потенциала вузов и научных организаций; повышение привлекательности карьеры инженера и исследователя для выпускников вузов;
- решение региональных вызовов – повышение привлекательности высокотехнологичных предприятий отрасли авиадвигателестроения как места трудоустройства, приток высококвалифицированных талантливых кадров в регион;
- для университета и Школы – формирование ядра «лидеров изменений», которые будут способствовать успешной трансформации вуза.

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

Управленческая команда Школы будет проходить регулярное повышение квалификации в передовых научно-образовательных центрах (МФТИ, ВШЭ, Иннополис, МШУ Сколково, и др.) по программам: управление проектами, управление изменениями, цифровая трансформация, управление персоналом и других. Особое внимание будет уделяться внедрению цифровых инструментов в системе управления с целью последующего принятия решений на основе данных.

Профессорско-преподавательский состав Школы будет обучаться на программах повышения квалификации и профессиональной переподготовки, тематика которых

ориентирована на вопросы системной инженерии, развития универсальных инженерных компетенций, осуществления научно-исследовательской и опытно-конструкторской и технологической деятельности, углубления отраслевых профессиональных компетенций, внедрения современных образовательных технологий. Будут реализованы программы в форме стажировки на высокотехнологичных предприятиях (в конструкторских бюро, отделах и подразделениях) по вопросам определения проблематизации в отрасли, импортозамещения, технологической переоснастки и переналадки, определению узких мест и других научных направлениях. Также для ППС планируются стажировки в ведущих университетах и центрах компетенции по отдельным специализированным тематикам авиастроительной отрасли.

4.5. Инфраструктурная политика

Центральная идея инфраструктурной политики ПИШ – создаваемые новые образовательные пространства должны одновременно активно использоваться и при выполнении научных проектов с выходом на создание инноваций, трансфер технологий, коммерциализацию результатов интеллектуальной деятельности, и в образовательном процессе. Во всех создаваемых объектах инфраструктуры (бюро моделирования технологических процессов, научно-технологическая лаборатория литейных процессов, центр компетенций интеллектуальных систем испытания наземных энергетических установок, центр промышленной робототехники, лаборатория цифровизации производственных процессов, студенческий фаблаб, лаборатория электрификации ГТД) будут назначены научно-технические руководители, а также инженерные наставники, имеющие опыт работы с оборудованием и выполнения научных, конструкторских или технологических проектов. Сотрудники будут заниматься формулировкой научных постановок и решением поступающих от Индустриального партнера актуальных задач с обязательным привлечением к этой работе всех студентов ПИШ. В результате реализации части учебного процесса в новых образовательных пространствах будет осуществлено развитие общих инженерных компетенций (таких как навыки системного мышления, построения моделей сложных процессов в авиадвигателестроении, применения современных методов оптимизации и управления) и формирование специальных компетенций и практических навыков по решению актуальных задач двигателестроения. Перечень планируемых к созданию специальных образовательных пространств приведен в разделе 4.5.1.

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)

В рамках реализации программы Высшей школы авиационного двигателестроения будут созданы специальные образовательные пространства (СОП) – лаборатории, проектные центры, оснащенные современным научно-исследовательским, производственным, научно-технологическим оборудованием. Часть СОП будет располагаться на территории университета, часть – на площадке индустриальных партнеров. СОП будут являться площадками для реализации новой образовательной модели Школы и предоставлять возможность обучающимся для сотворчества, проверки своих гипотез, технологического проектирования в рамках подготовки ВКР, формирования команд и работы с наставниками. Всего программа развития Школы предусматривает создание до 10 специальных образовательных пространств до 2030 г., на первом этапе реализации программы (до 2025 г.) предусмотрено создание девяти СОП (в том числе – для обучающихся в 10-11 классах Политехнической школы ПНИПУ), информация о которых приведена ниже.

1.1. Наименование специального образовательного пространства

Бюро моделирования технологических процессов

1.2. Тип

Научно-техническая лаборатория, оснащенная высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением, а также мультимедиа, интерактивными комплексами

1.3. Год создания

2022

1.4. Научные проекты

Цифровые двойники технологических процессов, включая многомасштабное моделирование критически важных операций»

1.5. Наименования образовательных программ

1) Математическое моделирование физико-механических процессов для разработки и проектирования функциональных материалов

2) Инновационные технологии сварочных процессов и керамические покрытия

3) Передовые производственные технологии ГТД

4) Электроэнергетика, электромеханика и информационные технологии в проектировании, производстве и сервисе газотурбинных двигателей авиационного и промышленного назначения

1.6. Краткое описание создаваемого пространства

В Бюро моделирования технологических процессов будет одновременно осуществляться образовательная и научно-техническая деятельность. Целью создания данного

специального образовательного пространства является развитие у студентов навыков системного мышления, построения и применения математических моделей сложных технологических процессов в авиадвигателестроении, использования современных методов оптимизации и управления.

2.1. Наименование специального образовательного пространства

Научно-технологическая лаборатория литейных процессов

2.2. Тип

научно-технологические и экспериментальные лаборатории

2.3. Год создания

2023

2.4. Научные проекты

1. Цифровые двойники технологических процессов, включая многомасштабное моделирование критически важных операций
2. Передовые производственные технологии создания систем «Материал-конструкция-металлы»

2.5. Наименования образовательных программ

Передовые производственные технологии ГТД

2.6. Краткое описание создаваемого пространства

Цель создания лаборатории - разработка и экспериментальное опробование новых технологических подходов в области литейного производства изделий авиационных и газотурбинных двигателей с применением современных технологических и программных комплексов.

3.1. Наименование специального образовательного пространства

Центр компетенций интеллектуальных систем испытания наземных энергетических установок

3.2. Тип

Научно-технологические и экспериментальные лаборатории, оснащенные современным высокотехнологичным оборудованием, высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением Интерактивные комплексы опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий

3.3. Год создания

2023

3.4. Научные проекты

Автоматизированные испытательные стенды

3.5. Наименования образовательных программ

«Цифровая трансформация микрогридов и интеллектуальные системы испытаний наземных энергетических установок на базе авиационных двигателей»

3.6. Краткое описание создаваемого пространства

Цель – Всестороннее обеспечение подготовки высококвалифицированных специалистов обладающих знаниями, умениями и навыками использования методов концептуального проектирования, анализа больших данных, инжиниринга процессов повышения энергоэффективности испытаний, внедрения и сопровождения автоматизированных систем управления наземных энергетических установок на базе авиационных двигателей в современных активных энергетических комплексах (микрогридах).

4.1. Наименование специального образовательного пространства

Центр коллективного пользования «Центр промышленной робототехники ПНИПУ»

4.2. Тип

Научно-технологические и экспериментальные лаборатории

4.3. Год создания

2022

4.4. Научные проекты

1. Комплексные технологии создания и восстановления изделий авиационной промышленности из труднообрабатываемых коррозионностойких и жаропрочных сплавов

2. Промышленная роботизация

4.5. Наименования образовательных программ

1. Программные и языковые средства интеллектуальных роботизированных производственных и диагностических комплексов

2. Функционально-модульная интеграция технологических компонентов в роботизированных производственных системах.

3. Интеллектуальные роботизированные производственные и диагностические комплексы

4.6. Краткое описание создаваемого пространства

Целью создания центра коллективного пользования (ЦКП) «Центр промышленной робототехники ПНИПУ» является повышение эффективности образовательной и научно-исследовательской деятельности университета, формирования интеллектуального и инновационного потенциала ПНИПУ. Качественные изменения в системе образования и придания ей инновационного характера требуют поиска новых методов обучения и развития интеллектуального потенциала будущих специалистов в области ИКТ. Центром создаются условия, которые позволят вовлечь в образовательные и исследовательские процессы студентов, аспирантов и преподавателей, профессиональных специалистов.

5.1. Наименование специального образовательного пространства

Лаборатория цифровизации производственных процессов

5.2. Тип

цифровая фабрика

5.3. Год создания

2023

5.4. Научные проекты

4.1. Цифровое проектирование: проектирование элементов ГТУ, оптимизация конструкций, гибридные материалы-конструкции

4.2. Цифровые двойники технологических процессов, включая многомасштабное моделирование критически важных операций

4.3. Создание новых методов проектирования и подходов к разработке технологий изготовления изделий из полимерных композиционных материалов для авиационных двигателей нового поколения

4.4. Комплексные технологии создания и восстановления изделий авиационной промышленности из труднообрабатываемых коррозионностойких и жаропрочных сплавов

4.5. Интеллектуальное управление производством на основе данных на базе цифровых двойников оборудования и производственных процессов

5.5. Наименования образовательных программ

Цифровые технологии интеллектуального управления процессами и производствами

5.6. Краткое описание создаваемого пространства

Цель –разработка современных цифровых технологий управления производственными процессами

Создаваемое пространство будет использоваться для отработки цифровых технологий управления производством в условиях, приближенным к реальным. При создании цифровых технологий управления будут использоваться современные подходы и модели, основанные на теории ограничений и синхронизации производственных потоков, методов искусственного интеллекта, также модели принятия коллективных управленческих решений. При разработке цифровых технологий управления производством будут принимать активное участие специалисты предприятия и магистранты университета.

6.1. Наименование специального образовательного пространства

Студенческий фаблиб

6.2. Тип

опытные производства, оснащенные современным высокотехнологичным оборудованием, высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением

6.3. Год создания

2022

6.4. Научные проекты

Передовые производственные технологии создания систем «Материал-Конструкция - Металлы»;

Промышленная роботизация;

Информационные системы управления цифровой маркировкой, удаленным мониторингом и предиктивным обслуживанием авиадвигателей.

6.5. Наименования образовательных программ

Интеллектуальные роботизированные производственные и диагностические комплексы

Передовые производственные технологии машиностроения

Инновационные технологии сварочных процессов

6.6. Краткое описание создаваемого пространства

Цель – создание условий и инфраструктуры для апробирования обучающимися любой технологической гипотезы путем изготовления лабораторного и демонстрационного прототипа при участии инженеров-исследователей и опытных наставников.

В рамках реализации образовательного подхода «Технологический стартап как диплом» создаваемый студенческий фаблаб станет одним из ключевых пространств сотворчества и совместной работы команд. Оборудование и программное обеспечение Фаблаба откроют перспективные возможности для апробирования обучающимися любой технологической гипотезы, появляющейся в рамках учебной и научно-технологической деятельности студентов.

7.1. Наименование специального образовательного пространства

Студенческая лаборатория по управлению производственными и бизнес процессами на основе данных

7.2. Тип

Интерактивный комплекс опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий

7.3. Год создания

2022-2023

7.4. Научные проекты

Информационные системы управления цифровой маркировкой, удаленным мониторингом и предиктивным обслуживанием авиадвигателей.

7.5. Наименования образовательных программ

Магистерская программа «Цифровые технологии интеллектуального управления процессами и производствами»

Магистерская программа «Цифровая трансформация архитектуры процессов на предприятиях авиационной промышленности»

7.6. Краткое описание создаваемого пространства

Цели:

Создать полнофункциональное информационное пространство, имитирующее корпоративную информационную систему промышленных предприятий на платформе 1С для обучения пользователей и разработчиков.

Создаваемая лаборатория по управлению производственными и бизнес процессами на основе данных на базе платформы 1С позволит воссоздавать рабочее пространство для изучения конфигураций решений 1С, необходимых для решения инженерных, хозяйственных, аналитических задач индустриальных предприятий. Позволит студентам и слушателям погрузиться в информационное пространство по управлению, моделированию и автоматизации производственных и бизнес процессов на основе данных с использованием решений 1С.

8.1. Наименование специального образовательного пространства

Проектная мастерская Политехнической школы

8.2. Тип

учебно-исследовательская цифровая виртуальная лаборатория

8.3. Год создания

2023

8.4. Научные проекты

Школьники, прошедшие обучение в Политехнической школе, смогут активно и эффективно подключаться к работе над научными проектами, реализуемыми в университете:

- Цифровое проектирование: проектирование элементов ГТУ, оптимизация конструкций, гибридные материалы-конструкции
- Цифровые двойники технологических процессов, включая многомасштабное моделирование критически важных операций
- Создание новых методов проектирования и подходов к разработке технологий изготовления изделий из полимерных композиционных материалов для авиационных

двигателей нового поколения

- Комплексные технологии создания и восстановления изделий авиационной промышленности из труднообрабатываемых коррозионностойких и жаропрочных сплавов
- Управление производством на основе данных на базе цифровых двойников оборудования и производственных процессов

8.5. Наименования образовательных программ

Математическое моделирование физико-механических процессов для разработки и проектирования функциональных материалов

8.6. Краткое описание создаваемого пространства

Цель: создание многофункционального трансформируемого пространства для индивидуальной и групповой проектно-исследовательской работы учащихся Политехнической школы.

Организация подобного образовательного пространства позволит существенно усилить мотивацию и интерес к изучению профильных дисциплин, а также к проектной и исследовательской деятельности. Проведение групповой работы позволит учащимся развить навыки командной работы, лидерские качества, ответственность и инициативность. Внедрение VR даст возможность детального изучения реальных технологических процессов, что сделает образовательный и исследовательский процессы более эффективными.

9.1. Наименование специального образовательного пространства

IT-Бюро

9.2. Тип

Научно-техническая лаборатория, оснащенная высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением, а также мультимедиа, интерактивными комплексами

9.3. Год создания

2022-2023

9.4. Научные проекты

- 1) Цифровые двойники технологических процессов, включая многомасштабное моделирование критически важных операций;
- 2) Информационные системы управления цифровой маркировкой, удаленным мониторингом и предиктивным обслуживанием авиадвигателей

9.5. Наименования образовательных программ

- 1) Программа ДПО «Машинное обучение и нейронные сети»
- 2) Математическое моделирование физико-механических процессов для разработки и проектирования функциональных материалов
- 3) Электроэнергетика, электромеханика и информационные технологии в проектировании, производстве и сервисе газотурбинных двигателей авиационного и промышленного назначения
- 4) Цифровые технологии интеллектуального управления процессами и производствами

9.6. Краткое описание создаваемого пространства

IT Бюро станет одновременно, как образовательной, так и производственной площадкой для проведения экспериментов в области цифровых технологий и машинного обучения, разработке современного ПО во взаимодействии с заказчиками из реального сектора экономики. Создается пространство для совместной работы и образовательной деятельности студентов ПНИПУ, заинтересованных школьников старших классов и молодых людей, увлекающихся программированием. Это будет уникальная образовательно-производственная площадка, объединяющая увлекающихся программированием молодых людей, где они будут обмениваться опытом и знаниями, куда будут приглашены специалисты высокого уровня для внедрения современного подхода к созданию программных продуктов, постановки задач, разбору технического задания, доведения продукта до промышленного образца.

В соответствии с Инфраструктурной политикой (п.4.5) для достижения указанной цели в Бюро студенты будут привлекаться к решению актуальных поступающих от Индустриального партнера задач по автоматизированному управлению процессами, современному компьютерному моделированию технологических процессов производства и ремонта изделий авиадвигателестроительной отрасли в области IT для сложных инженерных систем. Студенты смогут решить конкретные прикладные задачи для построения информационной модели авиационного двигателя и системы его производства. Реализация существующих методов и решений с привязкой к производству и ремонту авиадвигателя поможет научить ребят работать с доведением продукта до реализации и внедрения, поможет ускорить некоторые процессы на производстве, даст быстрый экономический эффект.

Планируется, что в лаборатории будет рассмотрен широкий круг задач – по настройке, модификации и разработке программного обеспечения, работа с базами данных и аналитикой BigData на основе современных методов статистического анализа с помощью пакетов прикладного программного обеспечения, компьютерной безопасности, создание продуктов ИИ для индустриального партнера. По мере развития планируется приглашать уникальных специалистов по каждому профилю, причем в виду специфики, иногда возможно проводить дистанционные семинары, приглашая специалистов из разных городов.

Инфраструктурное оснащение создаваемого образовательного пространства:

Необходимое ПО (MATLAB, STATISTICA, OS для компьютеров, MSOffice, compile Python, AV Касперского)

Компьютеры персональные (5 шт.)

Ноутбуки (3 шт.)

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)

Достижение поставленных в программе Высшей школы авиационного двигателестроения целей требует активного взаимодействия с партнерами как среди научных и образовательных организаций, так и бизнес-сообщества. Основной формой будет являться научно-образовательный консорциум, обеспечивающий выполнение поисковых и прикладных исследований, осуществление технологического трансфера, подготовку и переподготовку инженерных и научных кадров. Стратегическая цель создания таких объединений — обеспечение научно-технологического прорыва в приоритетных областях и развитие человеческого капитала региона и страны, способствующие решению глобальных вызовов и достижению национальных целей развития РФ. Мы будем постоянно расширять партнерскую сеть и вовлекать в консорциум новых партнеров из Пермского края и других регионов, которые имеют необходимые компетенции и заделы или могут способствовать достижению новых горизонтов в реализуемых проектах.

Совместная деятельность консорциума обеспечена компетенциями участников по семи ключевым взаимопроникающим направлениям:

1. Фундаментальные и поисковые исследования;
2. Прикладные исследования;
3. Международная кооперация;
4. Аттестация, сертификация, стандартизация;
5. Трансфер технологий (в том числе, межотраслевой);
6. Коммерциализация;
7. Реализация образовательных программ, практик и стажировок.

Промышленные предприятия и исследовательские организации входят в консорциум в качестве партнеров и реализуют свою часть задач из собственных средств.

Академические институты и ведущие научные школы других вузов участвуют в работах и в проектной подготовке исследователей (ВИАМ, ПФИЦ УрО РАН, УГАТУ, БелГУ, ИПМех РАН, ИФХЭ РАН и др.) будут участвовать в фундаментальных и поисковых исследованиях в областях материаловедения, технологических основ создания материалов, методологического обеспечения вопросов аттестации и сертификации материалов, технологий.

Новые технологии и образцы газотурбинных силовых установок на основе водородсодержащего топлива будут созданы в результате кооперации ведущих научно-исследовательских организаций (ПФИЦ УрО РАН, МАИ, МЭИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, РХТУ

им. Д.И. Менделеева, БелГУ и др.), инжиниринговых подразделений промышленных корпораций (АО "ОДК-Авиадвигатель", ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг») и потребителей продукции – высокотехнологических компаний, выступающих в роли партнеров консорциума (АО "ОДК", ПАО ОАК, предприятия Группы «ЛУКОЙЛ»).

Корпоративные R&D центры участвуют как на уровне федеральных отраслевых площадок (АО «НПО Энергомаш», ПАО «ОАК», АО Корпорация «Тактическое ракетное вооружение» и др.), так и на уровне ключевых промышленных партнеров (АО «ОДК-Авиадвигатель», АО «ОДК-Пермские моторы», АО «ОДК-СТАР»), так и на уровне ведущих предприятий машиностроения и аэрокосмической отрасли (ПАО «ПРОТОН-ПМ», АО «Пермский завод «Машиностроитель», АО «УНИКМ»). Роль партнеров в достижении целевой модели ПНИПУ и ВШАД – выбор деталей отрасли гражданского двигателестроения, перспективных для изготовления наплавкой проволочных материалов (работа уже ведется), согласование конструкции, согласование методики испытаний выращенных образцов, требования к материалам и конструкции, согласование оптимального варианта технологии, стендовые испытания изготовленных деталей в составе изделия, опытно-промышленные испытания разработанных программно-аппаратных решений и др.

Научно-образовательный консорциум будет создан без образования отдельного юридического лица, при этом выделяется две основных роли: «участники» будут являться соисполнителями мероприятий (проектов) программы развития, а «партнеры» (компании и корпорации мирового уровня, исполнительные органы государственной власти и другие стейкхолдеры проектов) обеспечивать постановку задач участникам консорциума на выполнение научно-исследовательских работ, разработку и трансфер технологий, заказ на подготовку кадров и участие в разработке новых образовательных программ, оказывать информационное, инфраструктурное, кадровое, коммуникационное, экспертное содействие. Ведущей организацией консорциумов, координирующей работу и представляющей интересы перед третьими лицами, выступит ПНИПУ.

Общее управление консорциумом будет осуществляться советом консорциума, включающим представителей академического и научно-технического советов ВШАД. Он будет принимать решения по стратегическим аспектам деятельности и синхронизации деятельности участников из разных регионов. Для оценки результативности работы будет организована экспертиза научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектов, инновационных проектов и их результатов с привлечением внешних экспертов (за исключением охраняемых законом сведений).

5.2. Структура ключевых партнерств

ПНИПУ для эффективной реализации программы развития ПИШ создаст научно-образовательный консорциум с привлечением ведущих научных и образовательных организаций и компаний реального сектора экономики, обладающих уникальными компетенциями в сфере передовых производственных технологий авиадвигателестроения. Структура основных (не исчерпывающих) партнерств в разрезе образовательных организаций, высокотехнологических компаний и научно-исследовательских организаций, а

также их роль в достижении целевой модели ВШАД приведены ниже.

1. Реализация совместных образовательных программ, проведение научных исследований:

- «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»
- «Санкт-Петербургский государственный университет»
- «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
- Сколковский институт науки и технологий
- «Уфимский государственный авиационный технический университет»
- «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»
- "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского"
- «Удмуртский государственный университет»
- «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)»
- «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
- «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

1. научное сопровождение и научных проектов, участие в разработке и адаптации образовательных программ, формирование запроса на перспективные исследовательские работы, совместные исследовательские работы:

- Акционерное общество «Пермский завод Машиностроитель»
- Публичное акционерное общество «Научно-производственное объединение «Искра»
- Акционерное общество «Протон-Пермские моторы»
- ПАО «ОДК-Сатурн»
- ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»
- Общество с ограниченной ответственностью «Ф2 инновации»
- НИТИ ПРОГРЕСС
- Общество с ограниченной ответственностью "Центр электронно-лучевых и лазерных технологий"
- Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос»
- Закрытое акционерное общество "Специальное конструкторское бюро"
- Публичное акционерное общество «Пермская научно-производственная приборостроительная компания» (ПАО «ПНППК»)
- Акционерное общество «Уральский научно-исследовательский институт композиционных материалов»
- Общество с ограниченной ответственностью «Русатом-Аддитивные технологии»
- ООО "РОБОТЕХ"
- ООО "ГИРОЛАБ"
- ООО "ЭЙДОС-РОБОТОТЕХНИКА"

1. фундаментальные и поисковые исследования:

- «Научно-исследовательский институт полимерных материалов»
- «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» (ВИАМ)
- "Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова"
- «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ЦАГИ)
- «Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения российской академии наук
- Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук
- "Объединенная авиастроительная корпорация"
- Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского Российской академии наук

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 (ПР_ПИШ1)	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, предусмотренным приложением к настоящим Правилам	Человек	10	30	60	60	60	60	60	60	60
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	20	30	40	50	60	70	80	90

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 (единиц) (не менее 4 на конец 2024 года (нарастающим итогом))	Единица	12	25	30	40	46	53	59	64	69
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 (не менее 52 процентов на конец 2026 года, не менее 109 процентов на конец 2030 года)	Процент	2.7	38.4	57.1	71.4	79.4	89.1	96.7	116	138.8
p3(в)	Количество инженеров, прошедших обучение по программам дополнительного профессионального образования в передовой инженерной школе (не менее 90 человек на конец 2024 года (нарастающим итогом), не менее 333 человек в 2030 году (нарастающим итогом))	Человек	40	160	280	400	520	640	760	880	1000
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 (не менее 50 человек в 2025 году (нарастающим итогом), не менее 1335 человек в 2030 году (нарастающим итогом))	Человек	15	112	351	505	750	1005	1270	1565	1850
p5(д)	Количество созданных на базе передовой инженерной школы специальных образовательных пространств (научно-технологические и экспериментальные лаборатории, опытные производства, оснащенные современным высокотехнологичным оборудованием, высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением, цифровые, "умные", виртуальные (кибер-физические) фабрики, интерактивные комплексы опережающей подготовки инженерных кадров на основе современных цифровых технологий) (не менее 4 на конец 2024 года)	Единица	1	3	5	5	6	6	8	10	10
p6(е)	Отношение внебюджетных средств к объему финансового обеспечения программы развития передовой инженерной школы, предусмотренного на создание передовой инженерной школы в партнерстве с высокотехнологичными компаниями и поддержку указанной программы за счет средств федерального бюджета (не менее 35 процентов в 2022 году, не менее 25 процентов в 2023 году, не менее 20 процентов в 2024 году)	Процент	35	46.3	46.3	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5
p7(ж)	Объем финансирования, привлеченного передовой инженерной школой на исследования и разработки в интересах бизнеса (не менее 270 млн. рублей на конец 2024 года (нарастающим итогом) и не менее 2000 млн. рублей к концу 2030 года (нарастающим итогом))	Тысяча рублей	100000	250000	400000	600000	810000	1080000	1370000	1800000	2300000
p8(з)	Рост количества регистрируемых результатов интеллектуальной деятельности образовательной организации высшего образования, на базе которой создана передовая инженерная школа (не менее 15 процентов на конец 2024 года, не менее 50 процентов на конец 2030 года)	Процент	38.9	66.7	94.4	127.8	166.7	194.4	227.8	266.7	305.6
p9(и)	Количество студентов, прошедших практику и (или) стажировку вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками, обучающихся по программам магистратуры технологического профиля (не менее 21 человека на конец 2024 года (нарастающим итогом), не менее 63 человек к концу 2030 года (нарастающим итогом))	Человек	10	20	30	40	50	60	70	80	90

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

№	Полное название компании	ИНН
1	Акционерное общество "ОДК-ПЕРМСКИЕ МОТОРЫ"	5904007312
2	Акционерное общество "ОДК-АВИАДВИГАТЕЛЬ"	5904000620
3	Акционерное общество "ОДК-СТАР"	5904100329