

**УТВЕРЖДЕНА**

Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского

Ректор

\_\_\_\_\_ / Е.В.Загайнова  
(подпись) (расшифровка)

**Программа развития передовой инженерной школы**  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им НИ Лобачевского»  
**на 2022 - 2030 годы**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

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

- 1.1. Целевая модель университета и ее ключевые характеристики
- 1.2. Академическое признание и потенциал университета
- 1.3. Научный, образовательный и инфраструктурный задел университета по планируемым направлениям деятельности передовой инженерной школы
  - 1.3.1. Наличие опыта проведения исследований по направлениям передовой инженерной школы. Опыт участия университета в государственных программах
  - 1.3.2. Инновационный задел по направлениям деятельности передовой инженерной школы
  - 1.3.3. Научная инфраструктура по направлениям передовой инженерной школы
  - 1.3.4. Наличие опыта реализации образовательных программ по направлениям деятельности передовой инженерной школы

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

- 2.1. Ключевые характеристики передовой инженерной школы
- 2.2. Цель и задачи создания передовой инженерной школы
  - 2.2.1. Роль передовой инженерной школы в достижении целевой модели университета
  - 2.2.2. Участие передовой инженерной школы в 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

ННГУ – классический многопрофильный университет, но с традиционно сложившимся ярко выраженным блоком точных, инженерных и естественных наук. В университете 3 факультета физического профиля – физический, радиофизический и высшая школа общей и прикладной физики, а также институт информационных технологий, математики и механики, объединивший два факультета – механико-математический и вычислительной математики и кибернетики, химический факультет, институт биологии и биомедицины. Особенностью университета является наличие в нем мощных научно-исследовательских институтов инженерной направленности – научно-исследовательского радиофизического института (НИРФИ), физико-технического института (НИФТИ), института механики (НИИ механики) и института химии (НИИ химии), располагающих современной экспериментальной и технической инфраструктурой и выполняющих НИОКР в интересах высокотехнологичных компаний на многие сотни миллионов рублей в год. ННГУ тесно интегрирован с нижегородскими академическими институтами, прежде всего, с одним из наиболее крупных в стране федеральных исследовательских центров – Институтом прикладной физики РАН (ИПФ РАН), а также с Российским федеральным ядерным центром РФЯЦ-ВНИИЭФ госкорпорации «Росатом». ННГУ – важнейший поставщик кадров для расположенного в Нижнем Новгороде одного из крупнейших в стране кластеров радиоэлектронной промышленности, в университете ведутся научные и прикладные разработки для предприятий кластера. Подготовка инженерных кадров и прикладные разработки ведутся в ННГУ на базе передовых фундаментальных исследований высококвалифицированными кадрами признанных научных школ. Задачи ННГУ по обеспечению нижегородского региона и страны высококвалифицированными инженерными кадрами и проведению прорывных прикладных разработок являются важной составной частью целевой модели университета. Целевая модель ННГУ сформулирована в Стратегии развития университета до 2030 года, принятой в 2021 году. Основным механизмом ее реализации сегодня является программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030». Реализация программы создания и развития передовой инженерной школы станет вторым важнейшим механизмом реализации целевой модели ННГУ.

Ключевые характеристики целевой модели.

1. ННГУ – исследовательский университет мирового уровня, в котором передовые научные исследования и разработки проводятся в консорциуме с ведущими научными организациями, университетами, госкорпорациями (РАН, МГУ, Росатом).
2. ННГУ – крупный научно-методический центр подготовки высококвалифицированных инженерных кадров и научных работников высшей квалификации для всех секторов экономики, с непосредственным участием будущих работодателей в учебно-образовательном процессе, обеспечивающий цифровые и творческие компетенции выпускников.
3. ННГУ – лидер в реализации системообразующих проектов Нижегородского региона:

НОЦ «Техноплатформа 2035», ИНТЦ «Квантовая долина», межвузовский ИТ-кампус «Неймарк», СУНЦ «Лобачевский», школы РАН.

4. ННГУ вносит существенный вклад в достижение национальных целей развития России и решение задач развития региона: достижение лидерства в сфере информационно-телекоммуникационных технологий, радиоэлектроники и технологий цифровой экономики, достижение лидерства в сфере ИТ и технологий цифровой экономики, развитие социокультурной городской среды.
5. ННГУ становится молодежным университетом, создавая новое образовательное и жизненное пространство для молодежи. А ННГУ формирует их личность, патриотические и гражданские ценности студентов. ННГУ активно работает над созданием новой пространственно-организационной структурой кампуса.

К 2030 году ННГУ планирует существенно повысить основные показатели эффективности деятельности. За период с 2020 до 2030 года ежегодный объем НИОКР в расчете на одного научно-педагогического работника (НПР) возрастет на 30% и превысит 1,8 млн руб. Доходы университета из средств от приносящей доход деятельности в расчете на одного НПР возрастут более чем на 36% и составят 3,7 млн руб. Численность лиц, прошедших обучение по дополнительным профессиональным программам увеличится почти в два раза и превысит 16 тыс. человек в год. Доля работников в возрасте до 39 лет должна увеличиться от 28,6% до 41,2% к 2030 году. Высокие компетенции ННГУ в ИТ-технологиях обеспечивают рост количества обучающихся в области использования и освоения новых цифровых технологий; прогнозируется дальнейший рост доли обучающихся с 52% до 70% к 2030 г. В результате реализации проекта передовой инженерной школы (ПИШ) «Космическая связь, радиолокация и навигация» в ННГУ будет создана инфраструктура для подготовки инженеров с университетским фундаментом базовых знаний и специализацией под конкретные задачи высокотехнологичных предприятий, в первую очередь - для нижегородского кластера радиоэлектронной промышленности (предприятий корпорации «Алмаз-Антей» и ГК Ростех), нижегородских предприятий ГК Росатом (РФЯЦ-ВНИИЭФ, НИИИС), а также для важнейших предприятий-партнеров национального уровня из других регионов страны (ИСС им. Решетнева, компании Т8 и др).

К 2030 году планируется выпускать ежегодно около 150 инженеров нового типа, имеющих одновременно глубокую академическую подготовку, развитые прикладные профессиональные компетенции и опыт реальной практической работы. Будет создано не менее 8 новых образовательных пространств, включающих крупные лабораторные комплексы и полигоны, в том числе на территории предприятий, а также несколько студенческих КБ. Будет разработано не менее 8 новых образовательных программ высшего образования для опережающей подготовки инженерных кадров и не менее 16 программ ДПО, а также создана система стажировок преподавателей ПИШ на предприятиях. Будет создано специальное подразделение школы для работы со школьниками и выпускниками колледжей по их профориентации и подготовке к поступлению в инженерную школу ННГУ.

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

ННГУ – alma mater признанных научных школ, среди которых наиболее известной является

нижегородская школа радиофизики, ведущая свое начало от Нижегородской радиолоборатории (1918- 1928) и первого в стране радиофизического факультета (1945). Созданный в университете в 1963 году первый в стране факультет вычислительной математики и кибернетики вырос в известный научный центр в области информационных технологий и суперкомпьютерных вычислений. Большую известность имеют научные школы ННГУ в области химии, физики твердого тела и материаловедения. В университете в разное время работали 3 нобелевских лауреата (Абрикосов, Гинзбург, Mourou). ННГУ обладает уникальным опытом интеграции с академическими институтами и высокотехнологичными предприятиями Нижегородской области, являясь драйвером развития региона. Развитие сильной научной физической школы в ННГУ и создание мощной исследовательской инфраструктуры стали основой для формирования современного облика Нижегородской области как центра исследований и разработок в области физики (ИПФ РАН, РФЯЦ-ВНИИЭФ, радиоэлектронная промышленность) и химии (ИМХ РАН, ИХВВ РАН, Дзержинский промышленный кластер). Взрывообразный рост региональной ИТ-индустрии и приход мировых ИТ-гигантов в Нижегородский регион стал возможным только благодаря наличию научно-образовательной и кадровой базы ННГУ, его передовых разработок в области суперкомпьютерных технологий, машинного обучения и искусственного интеллекта, компьютерного зрения. ННГУ обладает уникальным опытом решения масштабных задач в рамках консорциумов, созданных совместно с высокотехнологическими компаниями и образовательными организациями.

Тесная связь ННГУ с институтами РАН, РФЯЦ-ВНИИЭФ, индустриальным радиоэлектронным и химическим комплексами региона создает уникальные условия для дальнейшей плодотворной - интеграции и развития системы связей, которая позволит принципиально изменить подходы к получению новых знаний за счет развития «диагональной науки». Только за 2020 год история ННГУ отмечена стартом масштабных научных исследований в составе консорциумов университетов и институтов РАН: первый в России крупный научный проект в области надежного и логически объяснимого (доверенного) искусственного интеллекта (консорциум с Институтом системного программирования РАН), научно-образовательный центр «Математика технологий будущего» (консорциум с ИПФ РАН и Саратовским национальным исследовательским университетом), научный центр мирового уровня «Фотоника» (консорциум с ИПФ РАН и ИОФ РАН). В 2021 году ННГУ вошел в число победителей исследовательского трека программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030». ННГУ сегодня – это 13 факультетов и образовательных институтов, 5 научно-исследовательских институтов. ННГУ ведет преподавание по 129 направлениям подготовки; ряд программ реализуется в сотрудничестве с Росатомом, Сбербанком, Интелом, Яндексом, Газпромом, РЖД и другими. Высокий уровень образовательных программ подтверждают сертификаты международной профессионально-общественной аккредитации. Растет средний балл ЕГЭ поступивших на бюджетные места очной формы обучения (с 73,22 в 2016 году до 78,68 в 2020 году). ННГУ – один из крупнейших центров подготовки и аттестации научных кадров в Приволжском федеральном округе; университет реализует 68 программ подготовки кадров высшей квалификации. В вузе разработана инновационная модель организации подготовки научных

и научно- педагогических работников на основе интегрированных образовательных программ «Академическая магистратура-аспирантура». ННГУ- один из инициаторов создания и ключевой участник НОЦ Нижегородской области «Техноплатформа-2035». Более 30% целевых показателей НОЦ обеспечиваются за счет активной работы ННГУ. В ННГУ действует центр развития компетенций НОЦ, более 30 проектов исследовательских команд вошли в список приоритетных проектов НОЦ. ННГУ является инициатором и координатором крупного регионального проекта ИНТЦ «Квантовая долина» по основным направлениям НОЦ Нижегородской области: передовые цифровые (включая квантовые) технологии и технологии искусственного интеллекта; инновационные производства, компоненты и материалы; интеллектуальные транспортные системы. Общая численность студентов ННГУ дневной формы обучения – 13902 человека, доля обучающихся по программам магистратуры, аспирантуры и ординатуры в общей численности обучающихся по программам высшего образования по очной форме обучения – 13,693%, Средняя численность работников ППС (без внешних совместителей) – 959 человек, доля работников в возрасте до 39 лет в общей численности ППС – 28,6%, объем НИОКР – 1,432 млрд. рублей.

Таким образом, ННГУ демонстрирует устойчивую способность к эффективным преобразованиям, что обеспечивает существенное укрепление его позиций и академической репутации на российском и международном уровнях, а также устойчивое финансовое развитие. Неизменным в ННГУ остается принцип «Подготовка ученых – на базе исследований, подготовка инженеров – на базе перспективных разработок».

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

Являясь, наряду с институтами РАН, центром фундаментальной науки нижегородского региона, ННГУ широким фронтом ведет и прикладные разработки в интересах высокотехнологичных предприятий. При этом наибольший объем разработок ННГУ приходится на тематику ПИШ, т.е. на области радиолокации, наземной и космической связи и навигации, а также на прикладные разработки по созданию элементной базы этих областей.

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

Нижний Новгород – один из признанных центров радиофизики и радиолокации в стране. Основы были заложены Нижегородской радиолaborаторией и развиты созданием в Нижегородском (Горьковском) университете прямым указанием Правительства СССР (Совнаркома) первого в стране радиофизического факультета. За последнее время ННГУ выполнил целый ряд НИОКР в области систем радиолокации в интересах РФЯЦ-ВНИИЭФ, Министерства обороны РФ, Концерна ВКО «Алмаз-Антей» и Роскосмоса, в том числе: разработка алгоритмов и способов обработки сигналов в условиях сложно-помеховой обстановки: алгоритмы обнаружения сигналов, алгоритмы помехозащищенности малогабаритной РЛС 1Л122-1Е (совместно с нижегородским предприятием ФНЦП ННИИРТ

концерна «Алмаз-Антей»); передача телеметрической информации по радиоканалу с борта высокоскоростных летательных аппаратов; разработка алгоритмов электронного сканирования диаграммой направленности и алгоритмов обработки радиолокационных сигналов радиолокационного средства контроля за падением отделяющихся частей ракет, запускаемых с космодрома «Восточный», РЛС секторного обзора активной фазированной антенной решеткой (совместно с ФНЦП ННИИРТ); исследования по разработке пространственно-распределённой сети радиолокационных средств L, S, Ka диапазонов и оптических модулей для повышения эффективности обнаружения и сопровождения беспилотных летательных аппаратов (совместно с МГТУ им. Н.Э. Баумана); исследования по разработке принципов построения многорежимных бортовых радиолокационных средств для оснащения разведывательных и разведывательно-ударных комплексов с беспилотными летательными аппаратами (совместно с МГТУ им. Н.Э. Баумана). В ННГУ создан внушительный задел в области микроволновых радиоизмерительных систем промышленного назначения. Для экспериментальных исследований газодинамических процессов разработан обладающий уникальными характеристиками радиоинтерферометр КВЧ диапазона. Достигнута высокая точность измерений параметров ударных и детонационных волн и летящих ударников. Технология микроволновой диагностики газодинамических процессов внедрена на предприятиях ГК «Росатом». По данной тематике за последние годы выполнено более 15 НИОКР, зарегистрировано 2 патента. За эти разработки группа сотрудников ННГУ и ГК «Росатом» получила Премию Правительства РФ в области науки и техники за 2015 год. Успешно реализован целый ряд проектов в области радиолокации и микроволнового зондирования гражданского назначения: разработка мобильной системы локального метеорологического контроля на базе группы малых метеорологических радиолокаторов (2014-2016 гг., бюджет: 93,5 млн руб.); исследование и разработка комплекса научно-технических решений микроволнового зондирования для активного управления колебаниями зданий и сооружений (2015-2018 гг., бюджет: 68,0 млн руб.); разработка и валидация в реальных дорожных условиях алгоритма оценки направления прихода сигнала для автомобильного радара 77 ГГц с ММО-антенной (2016-2017 гг., заказчик: LG Electronics Inc., бюджет: 9,8 млн. руб.); разработка алгоритмов обработки сигналов для автомобильных радаров миллиметрового диапазона (2018-2023 гг., заказчик: Huawei Technologies; бюджет: 55,6 млн руб.).

В НИФТИ ННГУ выполняются исследования и разработки по заданию ГК «Роскосмос». За последние 10 лет объем финансирования хоздоговорных НИОКР по тематике космической связи и навигации превысил 650 млн. руб. Для выполнения работ НИФТИ имеет лицензию Роскосмоса на космическую деятельность, разрешение на проведение работ по заказам Минобороны России, лицензию Минпромторга РФ на разработку, производство, испытания, установку, монтаж, техническое обслуживание, ремонт, утилизацию вооружения и военной техники, а также сертификат соответствия требованиям ИСО 9001. В НИРФИ ННГУ с 70-х годов XX века проводятся исследования в области дальней радиосвязи, управления дальним распространением радиоволн, диагностики ионосферных каналов распространения ДКМВ и УКВ. В исследованиях используется уникальная научная установка СУРА, являющаяся единственным в России стендом для КВ нагрева ионосферы и единственным

среднеширотным нагревным стендом в мире, который позволяет оперативно осуществлять контроль и управление параметрами ионосферы. Полученные результаты по эффектам ракурсного рассеяния радиоволн применяются для управления радиотрассами. С участием НИРФИ разработана российская сеть ЛЧМ-ионозондов, охватывающая стратегически важные районы Северо-Востока, Дальнего Востока, Восточной Сибири и Евразийской части России. С использованием этой сети ведутся работы, направленные на совершенствование систем КВ-радиосвязи.

Исследования в области современных систем беспроводной связи ведутся на радиофизическом факультете ННГУ с начала 2000 годов. Коллектив исследователей является лидирующим в стране и мире в области разработки физического уровня систем беспроводного доступа в Интернет и мобильных систем сотовой связи; участвовал в создании стандартов систем связи Wi-Fi (IEEE802.11n, 11ad), WiMAX (IEEE802.16e, 16m), WiGig и LTE Rel.10-15. При разработке систем беспроводной связи 4-го поколения (4G - IMT-Advanced) в 2010-2011 гг. проф. Мальцев возглавлял Российскую группу оценивания Минсвязи РФ в Международном союзе электросвязи. Коллектив принимал участие в двух международных проектах по разработке 4G и 5G систем радиосвязи FP6 MEMBRANE в 2006-2009 гг. и FP7 MiWEBA в 2013-2016 гг. За выдающийся вклад в разработку первых стандартов систем связи миллиметрового диапазона длин волн (WiGig-2010, IEEE Standard 802.11ad-2012 и IEEE Standard 802.11ay-2021) несколько членов коллектива получили сертификаты от президентов международных организаций Wireless Gigabit Alliance и IEEE Standards Association. В настоящее время ННГУ успешно сотрудничает в области беспроводных систем связи LTE и 5G NR с международными компаниями Huawei, LG Electronics и ведущими российскими производителями авиационных систем радиосвязи НПП «Полет», НПП «Прима», НПП «Авиаком» и Горьковским заводом аппаратуры связи им. А.С. Попова.

Для решения задач увеличения скорости передачи и обработки информации в системах радиосвязи и повышения точности позиционирования в радиолокации и радионавигации необходимо развитие элементной базы микроэлектроники и радиофотоники. Поэтому данной тематике также будет уделено внимание в программе ПИШ ННГУ. В области разработки элементной базы радиоэлектроники большой задел имеется у НИФТИ ННГУ, где созданы уникальные ионно-лучевые установки, газофазные эпитаксиальные установки и установки для молекулярно-лучевой эпитаксии. Совместно с ведущими академическими институтами и промышленными партнерами разработаны новые полупроводниковые материалы для применения в микро-, оптоэлектронике и спинтронике, созданы радиационно-стойкие оптоэлектронные элементы нового поколения, разработаны технологии получения и диагностики наноматериалов. Созданы модуляторы лазерного излучения на основе интерферометра Маха-Цендера. Объем НИОКР по данной тематике в 2017-2021 гг. превысил 350 млн. руб. Работы по созданию программных средств в области проектирования и автоматизации производства изделий микроэлектроники проводятся в ИИТММ совместно с НИИИС. Активно развиваются многоуровневые методы решения большеразмерных задач на графовых структурах. Разработанные программные средства физического проектирования интегральных схем внедрены в НИИИС. Разработанные программные средства используются при решении оптимизационных задач распределении

производственных ресурсов. Для получения высокочистых газов для микроэлектроники на химфаке ННГУ разработаны новые технологические принципы и установки. Произведены опытные партии высокочистой продукции для АО «Микрон», АО «НПП «Салют», ООО «НМ-ТЕХ», АО «Интеграл». Внедрены технологии получения высокочистых кремния, хлоридов кремния, германия, оксихлорида фосфора на базе ООО «ХОРСТ». Запатентованная технология интенсификации производства высокочистого аммиака вошла в ТОП-10 главных технологических достижений России в 2020 году. Совместно с АО «Титан» ведется работа по созданию производства высокочистых веществ с выпуском до 10 тонн/год. ННГУ совместно с Институтом физики микроструктур (ИФМ) РАН ведет разработки в области рентгеновской литографии. С 2012 по 2022 годы выполнены проекты на общую сумму более 0,5 млрд. руб. Результаты НИОКР, проведенные коллективами ННГУ и ИФМ РАН по безмасочной рентгеновской литографии вошли в Государственную программу развития микроэлектронной промышленности РФ до 2030 г. Совместно с НИИИС разработан первый в России экспериментальный стенд проекционной литографии с рабочей длиной волны 13,5 нм. В интересах ЦНИИМаш разработана схема телескопа для зондирования ближнего космоса в ультрафиолетовом и вакуумном ультрафиолетовом диапазонах. В интересах компании Комета (Роскосмос) впервые разработан безэталонный интерферометр для измерения оптических элементов с субнанометровой точностью (премия РАН им. А.Г. Столетова).

ННГУ имеет богатый опыт участия в крупных государственных программах. В 2009 году ННГУ стал победителем конкурса среди университетов России на получение статуса Национального исследовательского университета. Программа развития ННГУ как Национального исследовательского университета в 2009–2018 годах существенно изменила облик университета. В рамках проекта 5-100 были реализованы крупные структурно-организационные преобразования университета, направленные на повышение эффективности образовательной и научной деятельности. В 2019 году на базе ННГУ открыто новое структурное подразделение РЯЦ-ВНИИЭФ – научно-исследовательское математическое отделение №063, решающее задачи суперкомпьютерного моделирования, создания цифровых двойников и проведения виртуальных испытаний. ННГУ имеет развитую материально-техническую базу, оснащённую уникальным научным и производственным оборудованием. Главным драйвером развития исследовательской деятельности ННГУ является реализация крупных научных проектов. ННГУ – лидер по количеству проектов программы мегагрантов – 11 мега-лабораторий уже прошли путь от точек роста до новых направлений исследовательского лидерства ННГУ. Среди плеяды ведущих ученых – руководителей лабораторий – Ж. Муру (Нобелевский лауреат в области физики, 2018 г.), академики РАН О.В. Руденко и С.А. Недоспасов, один из пионеров нейроинформатики А.Н. Горбань, лидер в области физики сложных систем Б. Спаньоло, один из крупнейших ученых в области наук об атмосфере и климате, лауреат высшей премии в области метеорологии IMO Prize за 2019 г. С.С. Зилитинкевич. Результатом работы лабораторий стали более 200 научных статей 1-го и 2-го квартилей, победы в престижных конкурсах научных проектов, которые привели к созданию в ННГУ научно-образовательного центра «Математика технологий будущего», научного центра мирового уровня «Центр Фотоники», успешной

реализации крупного научного проекта Минобрнауки в области искусственного интеллекта. Общий объем финансирования НИОКР по лабораториям мегагрантов превысил 2 млрд. руб. За период с 2012 по 2022 годы ННГУ участвовал в реализации более 40 проектов в рамках ФЦП «Исследования и разработки» Минобрнауки РФ, выполнил более 150 проектов РНФ и около 600 проектов РФФИ на общую сумму более 4 млрд. рублей, а также три проекта в рамках Постановления №218 Правительства России. ННГУ является мощной базой выполнения НИОКР в интересах ведущих корпораций и предприятий (Росатом, Ростех, Роскосмос), промышленного комплекса Нижегородской области. Проводятся исследования и разработки по хоздоговорной тематике в области суперкомпьютерного моделирования прочности материалов и конструкций, оптимизации топологии интегральных схем, технологий материаловедения, «зеленой химии» с объемом финансирования до 300 млн. руб. в год. ННГУ вносит значимый вклад в развитие созданного в 2021 году Национального центра физики и математики (НЦФМ, г. Саров), участвуя в разработке научной программы центра по направлениям суперкомпьютерного моделирования, геофизики, лазерной физики, полупроводниковой электроники и нейроэлектроники, а также в разработке уникальных научных установок НЦФМ.

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

Текущая ситуация и имеющиеся ресурсы ННГУ в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности (РИД) связаны с результатами реализации программ развития ННГУ в предыдущие годы и устойчивыми партнерствами с академическими институтами, вузами, предприятиями. Успешно реализована Программа развития инновационной инфраструктуры (Постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. №219), в рамках которой были созданы новые инновационные подразделения, в том числе центр развития науки, технологий и образования в области обороны и обеспечения безопасности государства. В 2017 г. введено в эксплуатацию новое здание Центра инновационного развития медицинского приборостроения ННГУ (ЦИР) в рамках выполнения постановления Правительства Российской Федерации от 17 февраля 2011 года №91 (ФЦП «Фарма 2020»). Основная цель деятельности Центра – создание центра компетенций по генерации и внедрению в российскую промышленность конкурентоспособных инноваций в области медицинского приборостроения, а также разработка инновационных образовательных программ. В настоящий момент выполнено 52 инжиниринговых проекта на сумму более 150 млн. руб., создано более 80 новых высокотехнологичных рабочих мест. На базе ЦИР в 2017 году в рамках программы Минобрнауки России создан Инжиниринговый центр. С 2019 года развитие Инжинирингового центра осуществляется за счет средств от выполнения НИОКР и оказания инжиниринговых услуг по заказам предприятий реального сектора экономики. Ключевыми направлениями деятельности Инжинирингового центра являются, в том числе, разработка алгоритмов обработки сигналов и программного обеспечения и разработки в области радиоэлектроники. Для коммерциализации научных разработок в 2021 году на базе университета создан Региональный Центр трансфера технологий (ЦТТ). ЦТТ реализует сервисы по продвижению и коммерциализации высоких технологий. Совместно с

региональным НОЦ проведено обучение более 100 специалистов по программам управления интеллектуальной собственностью для научных, образовательных организаций и компаний реального сектора экономики. Разработан пакет локальных нормативных документов в области интеллектуальной собственности и коммерциализации, регламентирующих процедуры создания, учета, правовой охраны, трансфера и коммерциализации технологий. Суммарные доходы от патентно-лицензионной деятельности за последние годы превысили 1,6 млн. руб. Разработки ННГУ входят в список 100 лучших изобретений России (2012, 2016 гг.).

ННГУ имеет большой инновационный задел в области радиолокации, связи и радионавигации. Радиофизический факультет ННГУ, совместно с ФНПЦ «ННИИРТ» концерна «Алмаз-Антей», участвовал в создании малогабаритной РЛС 1Л122-1Е и РЛС контроля за падением отделяющихся частей ракет, запускаемых с космодрома «Восточный». Совместно с МГТУ им. Н.Э. Баумана разработаны принципы построения многорежимных бортовых радиолокационных средств для оснащения разведывательных и разведывательно-ударных комплексов с БПЛА, а также разработана пространственно-распределённая сеть радиолокационных средств L, S, Ka диапазонов и оптических модулей для повышения эффективности обнаружения и сопровождения беспилотных летательных аппаратов. Коллективом НИФТИ ННГУ в интересах ГК «Роскосмос» реализован большой цикл ОКР по созданию аппаратуры специального назначения – высокопроизводительных наземных комплексов приема и обработки информации, поступающей с космических аппаратов (КА), систем контроля и диагностики комплексов бортовой аппаратуры перспективных КА. Разработанные современная модульная контрольно-измерительная аппаратура и программное обеспечение, продемонстрировавшие свою работоспособность в условиях длительной эксплуатации в жестких климатических и транспортных условиях, используется на НПО «Орион» (Москва), НИПИ «Кварц» (Н. Новгород), АО «Российские космические системы» (Москва), АО «Информационные спутниковые системы» (Железногорск), ФГУП «РНИИРС» (Ростов-на-Дону). В НИРФИ ННГУ разрабатываются макеты средств диагностики ионосферы: впервые разработан и испытан не имеющий аналогов в мире ЛЧМ ионозонд-пеленгатор, разработан и испытан макет ионозонда вертикального зондирования с высоким (1 с) временным разрешением. Сотрудники ННГУ являются авторами более 200 международных патентов в области современных мобильных систем радиосвязи Wi-Fi, LTE и 5G NR. Коллективом разработано современное программное обеспечение, позволяющее моделировать и исследовать характеристики различных широкополосных систем радиосвязи с многоэлементными антенными решетками, многолучевые каналы распространения радиосигналов, активные и пассивные радиосистемы позиционирования. НИФТИ ННГУ разработаны лабораторные технологии материалов для элементной базы спиновой электроники, технологии создания наноматериалов для высокоэффективных термоэлектрических преобразователей энергии, созданы уникальные приборы спинтроники, разработаны широкополосные генераторы шума специального назначения с величиной спектральной мощности шума на два порядка превышающей зарубежные аналоги, созданы различные варианты технологий изготовления полупроводников АЗВ5 с использованием газофазной эпитаксии, разработаны новые

полупроводниковые лазеры, технологии изготовления многослойных полупроводниковых структур методом молекулярно-лучевой эпитаксии и др. технологии материалов нано- и оптоэлектроники. Цикл хозяйственных работ выполнен по заказу компании ООО «Т8» (Москва), являющейся ведущим разработчиком и производителем волоконно-оптических систем связи в Российской Федерации, при участии НИИИС и НПП «Салют». Разработана технология изготовления модуляторов лазерного излучения, выполненных по схеме планарного Маха-Цендера на основе ниобита лития для создания радиофотонных приборов нового поколения. Это позволит решить задачу импортозамещения модуляторов OclaroSD40 и создать современные радиофотонные устройства для межспутниковой связи и радиолокационных систем, а также для оптоволоконных линий связи и инфраструктуры сетей мобильной связи 4-ого и 5-ого поколений. Разработки ИИТММ в области проектирования и автоматизации производства изделий микроэлектроники оформлены в виде более 30 свидетельств о государственной регистрации программ на ЭВМ. Члены научного коллектива ННГУ являются авторами более 50 международных патентов в области синтеза, очистки и анализа высокочистых материалов. Организовано опытное производство высокочистых веществ на базе ООО «Фирма «ХОРСТ» в г. Дзержинске. Прикладные исследования и разработки в области синтеза и очистки высокочистых веществ и материалов для микро-, нано- и оптоэлектроники получили международное признание как пионерские работы в области применения мембранного газоразделения и гетерогенного катализа для получения и глубокой очистки веществ для электронной промышленности. Разработанные на базовой кафедре ННГУ в ИФМ РАН методы и технологии в области критических технологий рентгеновской литографии нашли широкое применение как в России, так и за рубежом, в таких странах как Нидерланды, США, Япония, Корея, Франция, Китай и др. По результатам исследований и инновационных разработок за период 2014-2022 г. получено 10 патентов (заключены 2 лицензионных договора со сторонними организациями) и свидетельств на программы для ЭВМ.

Таким образом, в ННГУ создан большой инновационный задел по направлениям деятельности ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация».

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

Для реализации программы развития ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация» будет использована инфраструктура базовых научно-исследовательских институтов ННГУ (НИФТИ, НИРФИ, НИИХимии), а также инфраструктура кафедр и факультетов, участвующих в реализации проекта. В оперативном управлении НИРФИ ННГУ находится уникальная научная установка (УНУ) национального значения СУРА, являющаяся единственным в России стендом для КВ нагрева ионосферы, и единственным среднеширотным нагревным стендом в мире. Нагревная часть установки состоит из трехсекционной антенны и трех передатчиков ПКВ-250 мощностью 250 кВт каждый. Общий размер антенного поля 300×300 м<sup>2</sup>, на нем размещены 144 элемента фазированной антенной решетки (ФАР), поднятой на мачтах высотой 22 м. Рабочий диапазон частот ФАР от 4,5 до 9,0 МГц. В режиме приема ФАР является низкочастотным радиоастрономическим инструментом с уникальными характеристиками. Кроме ФАР нагревной установки на полигоне развернуто еще несколько

антенных полей. К ФАР примыкает приемо-передающая антенна передатчика пробных волн АИС, рассчитанная на диапазон 4-8 МГц. Размер антенного поля АИС 50×50 м<sup>2</sup>, где на мачтах высотой 22 м растянуты уголкового вибраторы. Для активной диагностики ионосферы применяется приемо-передающая антенна в северной части полигона, которая представляет собой синфазную горизонтальную решетку размером 126×126 м<sup>2</sup>, подвешенную на 12 мачтах высотой 16 м. Отдельно размещаются передающая и приемные антенны станции вертикального зондирования ионосферы CADI, приемо-передающая антенна станции наклонного ЛЧМ зондирования ионосферы. Все перечисленное антенное оборудование формирует комплекс инструментов волновой диагностики ионосферы в диапазонах средних и коротких волн, используемый для пассивных измерений и при активных воздействиях. В 2021 году на полигоне «Зименки» ННГУ введен в строй 15-ти метровый радиотелескоп РТ-15. На полигоне «Старая Пустынь» развернуты пункты непрерывной регистрации НЧ и ОНЧ излучения, а также имеются два 7-ми метровых радиотелескопа РТ-7, которые могут быть использованы в образовательном процессе. На базе полигонов ННГУ развернута сеть из 5-ти пунктов регистрации полного электронного содержания на трассах распространения сигнала ГНСС спутник – Земля. Для проведения исследований и подготовки студентов по специальности 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы» используется радиолокатор подсвета и наведения 5Н63С; тренажерные комплексы 16Ю6Т; тренажер 9Ф676-1; кабины распределительно-преобразовательные 6ЗТ6. Работы в области космической связи ведутся на базе отдела математического моделирования и методов обработки экспериментальных данных НИФТИ ННГУ. Инфраструктура этого отдела включает в себя современные высокопроизводительные системы обработки данных, кросс-платформенные высокопроизводительные библиотеки распределенной обработки данных на процессорах общего назначения: Intel IPP, Intel MKL, VSIP, OpenMP, Intel TBB, современные графические станции, контрольно-измерительные системы различного назначения, комплексы сигнальной обработки (АКОС, КСО, КСО-М) и другое высокопроизводительное оборудование. Работы в области мобильной радиосвязи ведутся на базе лабораторий кафедры статистической радиофизики и мобильных систем связи радиофака ННГУ. Лаборатории оснащены комплексом оборудования, позволяющим проводить исследования перспективных систем цифровой радиосвязи в диапазоне частот от 1 ГГц до 90 ГГц. Таким образом, Университет Лобачевского располагает всей необходимой инфраструктурой для успешной реализации программы ПИШ.

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

В реализации образовательной программы ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация» принимают участие радиофизический, физический и химический факультеты ННГУ, ИИТММ ННГУ, а также научно-исследовательские институты (НИРФИ, НИФТИ) ННГУ. На радиофизическом факультете ННГУ ведется подготовка по специальности 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы». Подготовка ведется по двум специализациям – «Радиотехнические системы и комплексы специального назначения» и «Прием, анализ и обработка сигналов системами специального назначения». В настоящее время по

специальности обучается 40 студентов. В качестве преподавателей (по совместительству) на радиофизическом факультете работают зам. главного инженера «КБ Квазар» филиала корпорации «Комета» (Алмаз-Антей), начальник сектора «КБ Кунцево» (Алмаз-Антей), зам. главного конструктора АО «ННИИРТ» (Алмаз-Антей), начальник сектора НИИИС (Росатом). Радиотелескопы РТ-7 и другое оборудование, расположенные на полигоне «Старая Пустынь», используются при прохождении спецпрактикума студентами, обучающимися по направлению «Радиофизика». На кафедре распространения радиоволн и радиоастрономии радиофака ННГУ читаются курсы «Антенны и распространение радиоволн», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Распространение электромагнитных волн в неоднородных средах», «Устройства сверхвысоких частот и антенны», «Физика волновых процессов», «Теория излучения волн». На кафедре статистической радиофизики и мобильных систем связи радиофака ННГУ читаются курсы "Теория информации и кодирования", "Теория электрической связи", "Беспроводные системы связи и их безопасность", "Основы помехоустойчивого кодирования", "Моделирование систем и сетей телекоммуникации", "Адаптивные РЭС", "Оптимальная обработка сигналов". "Свойства беспроводных каналов связи", «Цифровой спектральный анализ», «Теория помехоустойчивого кодирования». Кафедра «Информационные технологии в физических исследованиях» (ИТФИ) физфака ННГУ имеет более чем 25-летний опыт реализации образовательных программ бакалавриата (09.03.02) и магистратуры (09.04.02) по направлению «Информационные системы и технологии». В рамках бакалавриата читаются курсы «Теория информационных процессов и систем», «Информационные технологии», включающие главы цифровой обработки сигналов, спектрального анализа, «Моделирование систем», «Радиотехника и электроника», «Методы и средства проектирования информационных систем и технологии», «Инфокоммуникационные системы». В магистратуре читаются дисциплины «Системная инженерия», «Информационные системы обработки многомерных данных», «Математическое моделирование физических систем», «Цифровая электроника». Выпускные работы студентов кафедры часто представляют собой исследования по темам НИОКР в области космической связи, выполняемым в НИФТИ. Лучшие студенты привлекаются к выполнению НИОКР в НИФТИ. Материальная база включает следующие учебные лаборатории: аппаратно-программных средств систем сбора и обработки данных, сетевых технологий, информационных технологий в области измерительных систем, радиотехники и электроники, робототехники. Подготовка бакалавров и магистров по оптоэлектронике осуществляется кафедрой физики полупроводников, электроники и нанoeлектроники физического факультета ННГУ. Подготовка бакалавров ведется по направлениям 11.03.04 «Нанoeлектроника» и 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», магистров – по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника». Привлекаются также возможности кафедр теоретической физики, кристаллографии и экспериментальной физики, физического материаловедения. Обучающиеся проходят практику на базовой кафедре в НИИИС, межфакультетской кафедре «Физика наноструктур и нанoeлектроника» в ИФМ РАН и на базе НИФТИ ННГУ. ИИТММ ННГУ ведет подготовку по направлениям 09.03.03 и 09.04.03 «Прикладная информатика». Прием на бюджетные места составляет более 100 человек. В учебном процессе принимают участие специалисты филиалов кафедры в РЯЦ-ВНИИЭФ, НИИИС, ИПФ РАН. На химфаке

ННГУ в рамках направлений 04.03.01 и 04.04.01 «Химия» читаются курсы, относящиеся к технологии получения высокочистых материалов для электроники: «Высокочистые материалы для инфракрасной оптики», «Методы исследования высокочистых веществ и материалов», «Методы анализа высокочистых веществ и материалов», «Технология волоконных световодов», «Методы разделения и глубокой очистки веществ», «Химия высокочистых веществ», «Химия и технология редких и рассеянных элементов», «Моделирование технологических процессов и цифровых двойников», «Технология материалов микро- и наноэлектроники». Студенческие практики и выпускные работы выполняются на базе ООО «Хорст» и НПП «Салют», что обеспечивает тесную связь науки, образования и производства. В связи с особым статусом Национального исследовательского университета, ННГУ получил право разрабатывать самостоятельно устанавливаемые образовательные стандарты (СУОС). К настоящему времени разработаны и внедрены СУОСы по направлениям 11.03.04 и 11.04.04 Электроника и наноэлектроника. В 2020-2021 гг. Национальный центр профессионально-общественной аккредитации выдал ННГУ свидетельства о международной профессионально-общественной аккредитации (№ 1341-08-A096.1, действительно до 19.02.2026 г.) этих образовательных программ. Описанные выше заделы и достижения ННГУ будут способствовать эффективному достижению целей создаваемой передовой инженерной школы.

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

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

Радиосвязь изобретена более 120 лет назад, но ее развитие, в отличие от других традиционных технологий, по-прежнему не показывает признаков замедления. Наоборот, темпы развития беспроводных коммуникационных технологий были особенно высокими в последние десятилетия. Так, переход от систем связи 2G к 5G занял всего около 30 лет. Очевидно, что в течение следующих десятилетий роль радиосвязи существенно вырастет, а количество пользователей мобильной радиосвязи и беспроводного интернета будет непрерывно и лавинообразно увеличиваться. При этом количество подключений к интернету вещей (IoT) уже сейчас превышает количество подключенных людей и будет расти более быстрыми темпами. Ожидается, что акцент в беспроводных интернет-приложениях сместится с потребительского на промышленное применение, которое, помимо быстрой широкополосной связи, требует точного пространственного позиционирования, обеспечиваемого спутниковыми системами связи. В частности, начавшаяся революция в автомобильной промышленности направлена на объединение автомобиля с информационно-коммуникационными системами для создания беспилотного транспорта нового поколения путем максимального применения радиолокации, радионавигации и радиосвязи. Аналогичные процессы идут и в других отраслях транспортного производства: судостроении, авиастроении, ракетно-космической технике и пр. Новые поколения радиолокационных систем должны обеспечить полностью автономное и безопасное использование транспортных средств в любых реальных условиях. Развитие радиосвязи и радионавигации невозможно без дальнейшего совершенствования систем космической связи, которые получили широчайшее распространение в настоящее время. Еще большее значение радиосвязь, радиолокация и радионавигация имеют в военной отрасли. На современном поле боя эти системы обеспечивают превосходство над противником на земле, в море, в воздухе и в космосе. Это, в частности, приводит к тому, что радиосвязь, радиолокация и радионавигация становятся критическими элементами инфраструктуры Российской Федерации, импортозамещение в которых является необходимым условием для ускоренного развития и обеспечения интересов национальной безопасности. Совершенствование систем связи, радиолокации и навигации тесно связано с возможностями микроэлектронной промышленности. В частности, технологии получения высокочистых веществ являются одной из основ для развития микроэлектроники, развитие литографии обеспечивает возможность создания новых элементов сверхбыстрых вычислительных систем, в том числе квантовых компьютеров, а технологии оптоэлектроники и радиофотоники являются критическими для перспективных систем космической связи и радиолокационных систем, современных сверхширокополосных информационно-телекоммуникационных систем, включая построение высокоскоростных волоконно-оптических и беспроводных систем связи, активных фазированных антенных решеток (АФАР) и малозумящих оптоэлектронных СВЧ генераторов. Для автоматизации разработки и производства новой микроэлементной базы для систем космической связи, радиолокации и навигации требуется применение современных математических методов и высокопроизводительных вычислений. Создание инженерной школы по указанным

направлениям позволит дать толчок развитию радиоэлектронной промышленности нижегородского региона и страны в целом, а также создать в ННГУ систему инженерного образования нового типа, которая должна позволить инженерам нового поколения разрабатывать высокотехнологичные продукты с высоким УГТ.

За последнее десятилетие принципы инженерной подготовки существенно изменились. Выпускник ПИШ должен не только понимать как устроена техническая система, но и как организован сам процесс инженерной разработки, т.е. как устроен инженерный проект в целом и как он разворачивается во времени (планирование, проектирование, производство, применение). Столь амбициозная цель, которую мы ставим перед ПИШ, выдвигает новые требования к принципам подготовки инженерных кадров. Необходимые знания, компетенции и личностные качества инженеров будут обеспечены «треугольником инженерного образования», одна из сторон которого – это фундаментальная теоретическая подготовка, вторая – интегрированная с ней практическая подготовка, а третья – культурная подготовка (искусства, гуманитарные и общественные науки), которые позволят инженеру стать гармоничной и всесторонне развитой личностью.

Успешное решение поставленной задачи позволит ПИШ обеспечить подготовку инженеров, которые обладают фундаментальными знаниями в области естественных науки (математики, физики, IT и др.); понимают процессы проектирования сложных технических систем, для чего важны навыки дизайна и творчества; понимают контекст инженерной практики (основы экономики, знания рынка, потребностей предприятий и общества в контексте инженерной практики); умеют логически и убедительно общаться (в письменной, устной и визуальной (графической)) формах; умеют работать в команде, имеют высокий уровень культуры и высокие этические (академические) нормы, обладают системным мышлением и лидерскими качествами, уверенно адаптируются к быстрым или значительным изменениям в своей профессиональной области.

Согласно целевой модели создаваемой ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация», инженер – это тот, кто планирует и проектирует технические системы (инженер-конструктор), управляет процессом их создания (инженер-технолог) и организует процесс её применения и обслуживания (инженер по эксплуатации). Современная инженерная деятельность выделилась из технической тогда, когда изготовление изделий и конструкций перестало, вследствие их сложности, основываться только на эмпирических правилах, а потребовало ориентации на науку и целенаправленно используемых для этого научных знаний и методов. Таким образом, современная инженерная деятельность занимает промежуточное место между исполнительской технической деятельностью и научной деятельностью. Ключевыми формами инженерной деятельности в рамках целевой модели ПИШ ННГУ являются опытно-конструкторская работа (ОКР) – проектирование прототипа технической системы и «development» (доведение прототипа до промышленного образца), а её результатом - прототип технической системы, промышленный (серийный) образец, новые описания технических систем в виде чертежей, КД, ТД, ТУ, ГОСТ и др. В рамках целевой модели ПИШ ННГУ, инженеров нужно готовить как людей творческих профессий – в «мастерской», где преподаватель производит работу создания объекта и комментирует этот

процесс для студента. Такой «мастерской» является лаборатория, в которой создаётся реальный (а не учебный) объект. Такими лабораториями являются специальные образовательные пространства ПИШ ННГУ, а также технологические лаборатории и отделы научно-исследовательских институтов ННГУ, в которых выполняются реальные ОКР, и на базе которых создаются такие СОП ПИШ. Таким образом, с точки зрения целевой модели ПИШ ННГУ обучить инженерному делу означает обучить не только тому, как устроена техническая система, но и тому, как организован процесс инженерной разработки: как устроен инженерный проект в целом, как он разворачивается во времени (проектирование, конструирование, программирование), как происходит изготовление и эксплуатация создаваемой системы. В связи с этим крайне важными становятся такие дисциплины, как «Методы проектирования», «Системный анализ», «Системы и модели», «Системный подход», «Основы методологии», «Инженерная деятельность», «Инженерия знаний», а также внедрение в процесс подготовки изучения кейсов классических инженерных решений. Из имеющегося в ННГУ множества научно-образовательных групп инженерной направленности, входящих в состав различных кафедр, факультетов и институтов, будут отобраны работающие на современном уровне и организационно объединены в новое структурное образование – ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация». Организация ПИШ позволит повысить эффективность развития инженерного блока. К 2030 году планируется выпускать ежегодно около 150 инженеров нового типа, имеющих глубокую академическую и инженерную подготовку, а также опыт реальной практической деятельности, который они будут получать при прохождении практик на предприятиях нижегородского кластера радиоэлектронной промышленности, предприятиях ГК Росатом, а также на предприятиях других регионов страны. Будут созданы новые специальные образовательные пространства для получения начального уровня профессиональных компетенций и опыта практической работы, (лабораторные комплексы и полигоны, в том числе на территории предприятий, студенческие КБ), будут разработаны и внедрены новые образовательные программы для опережающей подготовки инженерных кадров, новые программы ДПО, а также создана система стажировок преподавателей школы на предприятиях. Будут разработаны специальные программы для работы со школьниками и выпускниками колледжей по их профориентации и подготовке к поступлению в инженерную школу ННГУ.

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

Целью организации ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация» является создание в ННГУ системы подготовки инженеров нового типа с академическим образовательным фундаментом и ранней специализацией для предприятий нижегородского региона и страны в целом в высокотехнологичной сфере радиосвязи, радиолокации и навигации, а также осуществление в партнерстве с этими предприятиями прорывных разработок и исследований, соответствующих мировому уровню, включая решение задач импортозамещения и достижения технологического суверенитета и превосходства в приоритетных областях технологического развития Российской Федерации.

Конкретные целевые устремления ПИШ в области прорывных разработок и исследований

включают: разработку новейших программно-аппаратных комплексов для перспективных многоспутниковых систем связи и дистанционного зондирования Земли; разработку интеллектуальных радиолокационных систем для обнаружения и контроля гиперзвуковых и сверхмалых летящих объектов; создание отечественного программного обеспечения для решения инженерных задач, создание технологий адаптивной дальней радиосвязи; создание технологических решений с высоким УГТ и выходом на производство импортозамещающих изделий радиофотоники для перспективных систем космической и мобильной связи; создание отечественных технологий получения сверхчистых газов и других материалов для микроэлектроники.

Задачи создания ПИШ ННГУ включают: выделение в отдельный блок инженерных направлений подготовки ННГУ для их ускоренного развития; разработку принципов нового инженерного образования в классическом университете; разработку и внедрение новых образовательных программ для опережающей подготовки инженерных кадров и программ ДПО по актуальным научно-технологическим направлениям и "сквозным" цифровым технологиям; создание специальных образовательных пространств ПИШ; привлечение ведущих инженеров и ключевых разработчиков, работающих в высокотехнологичных компаниях-партнерах, к осуществлению преподавательской деятельности в ННГУ; создание программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки, в том числе в форме стажировки на базе высокотехнологичных компаний, управленческих команд и профессорско-преподавательского состава («кадрового резерва») ПИШ; прохождение практик и стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками, для лучших студентов, обучающихся по инженерным программам магистратуры, в том числе за счет студенческих грантов ПИШ; разработку и внедрение системы последипломной специализации выпускников ПИШ в высокотехнологичных компаниях (интернатура ПИШ); разработку и внедрение системы довузовской подготовки кадров для ПИШ в партнерстве с высокотехнологичными компаниями, в том числе организацию и проведение профориентационной работы в школах и колледжах; подготовку абитуриентов к поступлению в ННГУ; проведение олимпиад, конкурсов, школ и конференций; организацию КБ школьников; проведение туров по лабораториям и встреч с учеными; методическую и материальную поддержку лучших школ и учителей региона; выполнение прорывных НИОКР по тематике ПИШ, в т.ч. по заказу высокотехнологичных компаний-партнеров; коммерциализацию результатов интеллектуальной деятельности и трансфер технологий; тиражирование лучших практик передовых инженерных школ для подготовки и переподготовки инженеров.

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

Роль ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация» будет заключаться в вовлечении студентов в инженерную, технологическую и конструкторскую работу; модернизации программ действующих прикладных дисциплин на базе современных научных достижений; разработке новых лабораторных и практических работ и практик, как части общей обучающей стратегии ННГУ «Подготовка ученых – на базе исследований, подготовка инженеров – на базе перспективных разработок». В партнерстве с высокотехнологичными

компаниями будет создан уникальный комплекс образовательных программ в сфере систем радиолокации, связи и радионавигации, позволяющий студенту пройти весь инженерный трек от теоретического моделирования до пилотной реализации технологий, инженерных решений и создания прототипов изделий. Создаваемая ПИШ будет играть ключевую роль в достижении целевой модели ННГУ (см. раздел 1.1) за счет создания и развития консорциумов ННГУ с высокотехнологичными компаниями и госкорпорациями; поддержки лидерства ННГУ в реализации системообразующих проектов Нижегородского региона (НОЦ «Техноплатформа 2035», ИНТЦ «Квантовая долина», межвузовский ИТ-кампус «Неймарк», СУНЦ «Лобачевский», школы РАН); внесения существенного вклада в достижение национальных целей развития России и решения задач развития региона; а также создания крупного научно-методического центра подготовки высококвалифицированных инженерных кадров для всех секторов экономики, прежде всего, для высокотехнологических производств, формирующего новое пространство для обучения и работы научно-технической молодежи. Таким образом, цель и задачи создания ПИШ амбициозны и обладают высокой степенью уникальности, что приведет к качественным изменениям деятельности ННГУ по созданию в партнерстве с высокотехнологичными компаниями нового типа инженерной подготовки, осуществлению прорывных разработок и исследований в области космической связи, радиолокации и навигации, а также в смежных областях.

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

Определяя новые цели и приоритеты к 2030 году, коллектив ННГУ ориентируется на стратегические государственные документы и программы развития Российской Федерации: Указ Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», Стратегию научно-технологического развития (СНТР) РФ, Стратегию Национальной безопасности (СНБ) Российской Федерации, Стратегию пространственного развития (СПР) Российской Федерации, Программу фундаментальных научных исследований (ПФНИ) в Российской Федерации на долгосрочный период, Стратегию цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования (СТО), Стратегию социально-экономического развития (СЭР) Нижегородской области до 2035 года. Основные задачи ПИШ ННГУ тесно связаны со Стратегией развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года в части создания конкурентоспособной отрасли на основе развития научно-технического и кадрового потенциала, оптимизации и технического перевооружения производственных мощностей, создания и освоения новых промышленных технологий, а также удовлетворения потребностей в современной электронной продукции с последующим выходом на международный рынок. Роль радиолокации, связи и навигации возрастает вместе с ростом международной напряженности. Радиоэлектронные и радиофотонные системы являются основой телекоммуникационной инфраструктуры цифровой экономики, а также основным элементом обеспечения национальной безопасности нашей страны. Радиоэлектронные и радиофотонные системы являются основой критической информационной инфраструктуры, что делает их импортозамещение необходимым в контексте международной конкуренции

и конфликтности. Образовательная и научная деятельность ПИШ направлена на повышение надежности и доступности для потребителей космической и дальней связи, на создание каналов для систем беспроводного доступа в Интернет и мобильной сотовой связи 5G и 6G, разработку новых методов реализации многопоточных режимов передачи данных (MIMO), методов модуляции сигналов и цифроаналогового формирования диаграмм направленности антенных систем с использованием линзовых антенн и дискретных отражательных решеток, создание самообучающихся интеллектуальных приемных систем. Радиофотонные технологии широко применяются в современной цифровой инфраструктуре: межсетях центров обработки данных, оптоволоконных линиях связи и сетях базовых станций мобильной связи 4-го и 5-го поколений; на их основе проектируются и создаются оптические сигнальные процессоры для сверхбыстрого распознавания изображений. Важно также отметить, что радиофотонные приборы являются основой магистральных оптоволоконных линий связи. Создание перспективных систем космической связи, радиолокации и навигации невозможно без одновременного развития их элементной базы и решения задач по импортозамещению в этой отрасли. Развитие безмасочной рентгеновской литографии, не имеющей аналогов в мире, решит ключевую проблему современной микроэлектронной промышленности: сильную зависимость стоимости литографического процесса от серийности производства. Доминирующая на данный момент в мире проекционная литография из-за колоссальной стоимости набора масок, необходимых для производства микросхемы, становится экономически оправданной при производстве от миллиона чипов в год. Альтернатива – создание специализированных, производимых мелкими сериями чипов приводит к неоправданно высокой, на порядки величин, стоимости компонентов. Таким образом, образовательная и научная деятельность ПИШ тесно связана со следующими направлениями Стратегии НТР РФ: а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта; е) связанность территории Российской Федерации за счёт создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики. Образовательная и научная деятельность ПИШ будет направлена на решение задач, отвечающих на два Больших вызова СНТР: а) Истощение возможностей экономического роста России, основанного на экстенсивной эксплуатации сырьевых ресурсов, на фоне формирования цифровой экономики и появления ограниченной группы стран-лидеров, обладающих новыми производственными технологиями и ориентированных на использование возобновляемых ресурсов; е) Новые внешние угрозы национальной безопасности (в том числе военные угрозы, угрозы утраты национальной и культурной идентичности российских граждан), обусловленные ростом международной конкуренции и конфликтности, глобальной и региональной нестабильностью, и усиление их взаимосвязи с внутренними угрозами национальной безопасности. Таким образом, создание и развитие передовой инженерной школы соотносится с документами стратегического планирования Российской Федерации и позволит повысить вклад ННГУ в решение задач, соответствующим мировому уровню

актуальности и значимость в приоритетных областях технологического развития Российской Федерации.

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

В рамках Программы в ННГУ в партнерстве с высокотехнологичными компаниями создана ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация», на базе которой будут проводиться разработки инновационных технологий для космической и наземной связи, радиолокации, навигации и радиоэлектроники, а также наращивание кадрового потенциала предприятий нижегородского кластера радиоэлектронной промышленности и предприятий федерального уровня за счет подготовки высококвалифицированных специалистов с широким набором профессиональных компетенций, обладающих опытом практической работы, сформированным за счет тесного взаимодействия с высокотехнологичными компаниями.

### **План мероприятий**

III кв. 2022 г. Разработка нормативной кадровой документации (положения, штатное расписание, должностные инструкции, пр.); Подбор и найм сотрудников дирекции и отделений ПИШ; Формирование Экспертного совета ПИШ; Разработка и утверждение нормативной документации ПИШ в области образовательной деятельности; Организация пилотной стажировки сотрудников ПИШ на базе высокотехнологичных компаний; Разработка новой образовательной программы (ОП) - профиля подготовки бакалавров «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Создание лаборатории «Наклонное и вертикальное зондирование ионосферы»; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: анализ состояния вопросов по разработке современных радиолокационных систем с учетом основных вызовов; формирования проектного облика макета каналообразующей аппаратуры широкополосного канала межспутниковой связи сверхвысоких диапазонов частот для многоспутниковых систем связи и дистанционного зондирования Земли; анализ фундаментальных ограничений на точность измерения углов прихода сигналов в многоэлементных антенных решетках; проектирование конструкции гибридного оптико-электронного микрочипа DP QPSK-модулятора лазерного излучения, состоящего из планарных оптических микросхем, выполненных на основе ниобата лития и системы Si/SiO<sub>2</sub>/SiON/SiO<sub>2</sub>; построение математических моделей и разработка алгоритмов решения задач объемного планирования процесса производства изделий микроэлектроники; разработка технологии гидрирования высокочистого тетрахлорида кремния; анализ современного состояния и перспектив развития рентгеновской литографии.

IV кв. 2022 г. Разработка нормативной документации ПИШ в области научно-исследовательской деятельности; Формирование Наблюдательного совета ПИШ; Создание и нормативное обеспечение работы отделений ПИШ; Пилотный запуск процедуры прохождения студентами, осваивающими программы магистратуры ("технологическая магистратура"), практик и (или) стажировок вне рамок образовательного процесса, в том

числе в формате работы с наставниками; Разработка технического задания на единую виртуальную информационную среду (ВИС) ПИШ; Материально-техническое обеспечение деятельности ПИШ (помещения, оборудование, ПО, мебель, оргтехника, пр.); Участие ПИШ в выставке «ВУЗПРОМЭКСПО»; Внедрение новой ОП по новому профилю подготовки бакалавров «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Создание лаборатории «ДКМВ радиосвязь»; Организация пилотной практики/стажировки магистрантов ПИШ на базе высокотехнологичных компаний; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: разработка предложений по созданию современных многопозиционных радиолокационных комплексов на основе сетевых систем управления, в том числе на основе искусственного интеллекта; разработка эскизного проекта макета каналообразующей аппаратуры широкополосного канала межспутниковой связи сверхвысоких диапазонов частот для многоспутниковых систем связи и дистанционного зондирования Земли; разработка алгоритмов обнаружения источников излучения в ближней зоне многоэлементных антенных решеток; проектирование и разработка технологии изготовления планарных оптических микросхем на основе системы Si/SiO<sub>2</sub>/SiON/SiO<sub>2</sub>, являющихся составной частью гибридного микрочипа DP QPSK-модулятора лазерного излучения; построение математических моделей и разработка алгоритмов компоновки; разработка технологии получения высокочистого моносилана; формулирование облика рентгеновского литографа.

I полугодие 2023 г. Разработка и утверждение нормативной документации по отбору кандидатов на обучение в ПИШ; Разработка системы довузовской подготовки кадров для ПИШ в партнерстве с высокотехнологичными компаниями; Организация пилотной стажировки сотрудников ПИШ на базе высокотехнологичных компаний; Разработка и тестирование пилотной версии ВИС; Материально-техническое обеспечение деятельности ПИШ (помещения, оборудование, ПО, мебель, оргтехника, пр.); Организация работы системы прохождения студентами, осваивающими программы магистратуры ("технологическая магистратура"), практик и (или) стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками (система студенческих грантов ПИШ); Участие в конференции «Цифровая индустрия промышленной России», форуме «Наука будущего – наука молодых» и (или) других мероприятиях; Разработка новых дополнительных профессиональных программ и (или) краткосрочных курсов повышения квалификации по направлениям работы ПИШ в интересах высокотехнологичных компаний-партнеров; Разработка новой ОП по новой специализации «Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Разработка новой ОП по новой магистерской программе «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Разработка новой ОП по новому профилю подготовки бакалавров «Информационные технологии в системах космической связи», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Разработка новой ОП по новому профилю подготовки бакалавров «Радиофотоника и оптоэлектроника»; Разработка новой ОП по новой магистерской программе «Химическая

технология для микроэлектроники», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Разработка концепции нового специального образовательного пространства (СОП) учебно-исследовательского ситуационного центра радиолокации и связи; Разработка нового СОП учебно- лабораторного комплекса «Лаборатория распределенных вычислений»; Создание лабораторного комплекса методов адаптации ДКМВ радиолинии на базе экспериментально-опытной базы «Васильсурск» (стенд СУРА); Разработка нового СОП учебно-лабораторного комплекса «Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств»; Разработка нового СОП учебно-лабораторного комплекса «Химическая технология для микроэлектроники»; Разработка технического задания на создание нового СОП -учебно-лабораторного комплекса «Радиофотоника и оптоэлектроника»; Организация новой кафедры в ПИШ для реализации новых ОП по направлению «Радиофотоника и оптоэлектроника»; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: разработка предложений по созданию систем обнаружения гиперзвуковых воздушных объектов; разработка эскизной конструкторской документации опытного образца универсального приемопередатчика сверхвысоких диапазонов частот; разработка самообучающихся интеллектуальных приемных систем, оценивающих характер нелинейных искажений сигналов на передатчике и компенсирующих их влияние на качество передачи; разработка технологии изготовления гибридных оптико-электронных микрочипов модуляторов лазерного излучения посредством стыковки планарных оптических микросхем, выполненных на основе ниобата лития и системы Si/SiO<sub>2</sub>/SiON/SiO<sub>2</sub>.; программная реализация модуля объёмного планирования; разработка технологии синтеза высокочистого моногермана; разработка экспериментальных методик и проведение исследование рентгенооптических элементов стенда.

II полугодие 2023 г. Разработка нормативной документации ПИШ в области инновационной деятельности; Организация работы системы проведения повышения квалификации и (или) профессиональной переподготовки, в том числе в форме стажировки на базе высокотехнологичных компаний, сотрудников ПИШ; Внедрение системы довузовской подготовки кадров для ПИШ в партнерстве с высокотехнологичными компаниями; Интеграция ВИС с информационным порталом ННГУ; Дооснащение материально-технической базы ПИШ; Участие ПИШ в выставке «ВУЗПРОМЭКСПО»; Организация пилотного обучения инженеров высокотехнологичных компаний по программам дополнительного профессионального образования; Внедрение новой ОП по специализации «Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Внедрение новой ОП по профилю подготовки бакалавров «Информационные технологии в системах космической связи», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Внедрение новой ОП по профилю подготовки бакалавров «Радиофотоника и оптоэлектроника», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Внедрение новой ОП по магистерской программе «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Внедрение новой ОП по магистерской программе «Химическая технология для

микроэлектроники», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Внедрение в учебный процесс нового СОП – ситуационного центра радиолокации и связи; Создание лабораторного комплекса методов УНЧ радиозондирования на базе полигона «Старая Пустынь»; Внедрение в учебный процесс нового СОП учебно-лабораторного комплекса «Лаборатория распределенных вычислений»; Внедрение в учебный процесс нового СОП учебно-лабораторного комплекса «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»; Учебно-методическое обеспечение работы кафедры по направлению «Радиофотоника и оптоэлектроника»; Внедрение в учебный процесс нового СОП учебно-лабораторного комплекса «Радиофотоника и оптоэлектроника»; Внедрение в учебный процесс нового СОП учебно- лабораторного комплекса «Химическая технология для микроэлектроники»; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: разработка методов защиты радиолокационных и радионавигационных систем от интеллектуальных помех; разработка технического проекта макета каналообразующей аппаратуры широкополосного канала межспутниковой связи сверхвысоких диапазонов частот для многоспутниковых систем связи и дистанционного зондирования Земли; разработка алгоритмов цифро-аналогового формирования диаграмм направленности для больших многоэлементных антенных решеток; разработка топологии гибридного оптико-электронного микрочипа QPSK-модулятора лазерного излучения, получаемого посредством стыковки планарных оптических микросхем, выполненных на основе ниобата лития и системы Si/SiO<sub>2</sub>/SiON/SiO<sub>2</sub>; программная реализация модуля компоновки; разработка технологии очистки и анализа высокочистого 1,2-трансдихлорэтилена; изготовление высокоточных рентгеновских зеркал.

I полугодие 2024 г. Разработка и утверждение нормативной документации по системе трудоустройства выпускников ПИШ; Организация работы системы обучения инженеров высокотехнологичных компаний по программам дополнительного профессионального образования; Разработка системы последипломной специализации выпускников ПИШ в высокотехнологичных компаниях (интернатура ПИШ); Доработка и поддержка ВИС; Дооснащение материально-технической базы ПИШ; Участие в конференции «Цифровая индустрия промышленной России», форуме «Наука будущего – наука молодых» и (или) других мероприятиях; Разработка новых дополнительных профессиональных программ и (или) краткосрочных курсов повышения квалификации по направлениям работы ПИШ в интересах высокотехнологичных компаний-партнеров; Разработка новой ОП – новой магистерской программы «Информационные технологии в системах космической связи и дистанционного зондирования Земли», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Разработка новой ОП – новой магистерской программы профиля «Новые полупроводниковые технологии»; Разработка СОП учебно-лабораторного комплекса «Лаборатория систем связи»; Разработка нового СОП учебно- лабораторного комплекса «Дальняя связь»; Разработка нового СОП учебно- лабораторного комплекса «Мобильные системы связи»; Совершенствование (дооснащение) нового СОП учебно-лабораторного комплекса «Радиофотоника и оптоэлектроника»; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: разработка методов обнаружения малоразмерных малоскоростных беспилотных летательных аппаратов (мини и микро БПЛА)

на базе сетевых многопозиционных систем; изготовление опытного образца каналообразующей аппаратуры широкополосного канала межспутниковой связи сверхвысоких диапазонов частот в части разработки специального программного обеспечения и эксплуатационной документации систем синхронизации бортовых шкал времени приемника и передатчика; развитие методов создания искусственных возмущений ионосферы мощным СВ и КВ радиоизлучением в условиях применения систем космической радиосвязи и радионавигации; экспериментальные исследования в области управления каналами дальней радиосвязи при контролируемых воздействиях на ионосферу с использованием стенда СУРА; разработка новых методов и алгоритмов реализации многопоточных режимов передачи данных в системах связи с большими многоэлементными антенными решетками; отработка технологии изготовления планарных оптических микросхем на основе ниобата лития и системы Si/SiO<sub>2</sub>/SiON/SiO<sub>2</sub> в топологии QPSK-модулятора лазерного излучения; построение математических моделей и разработка алгоритмов размещения; разработка технологии электрохимического синтеза трифторида азота электронного качества; разработка источника рентгеновского излучения.

II полугодие 2024 г. Внедрение системы последипломной специализации выпускников ПИШ в высокотехнологичных компаниях (интернатура ПИШ); Дооснащение материально-технической базы ПИШ; Участие в выставке «ВУЗПРОМЭКСПО»; Внедрение новой ОП по магистерской программе «Информационные технологии в системах космической связи и дистанционного зондирования Земли», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Внедрение новой ОП по магистерской программе «Новые полупроводниковые технологии»; Внедрение в учебный процесс СОП учебно-лабораторного комплекса «Лаборатория систем связи»; Внедрение в учебный процесс нового СОП учебно-лабораторного комплекса «Дальняя связь»; Внедрение в учебный процесс нового СОП учебно-лабораторного комплекса «Мобильные системы связи»; Внедрение в учебный процесс нового (дооснащенного) СОП учебно-лабораторного комплекса по направлению «Радиофотоника и оптоэлектроника»; Разработка проекта программ дополнительного высшего образования (ДПО) по направлению «Радиофотоника и оптоэлектроника», реализуемых в интересах высокотехнологичных предприятий; Создание технического задания на студенческое КБ, специализирующееся в области разработки новых методик конструирования полупроводниковых приборов, в том числе радиофотоники; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: разработка алгоритмов обработки разнородной информации для обеспечения обнаружения, непрерывного сопровождения, идентификации воздушных объектов (малогабаритных БПЛА, высокоскоростных высокоманевренных объектов) в сетевых многопозиционных локационных системах; развитие методов создания искусственных возмущений ионосферы мощным СВ и КВ радиоизлучением в условиях применения систем космической радиосвязи и радионавигации; анализ фундаментальных ограничений на точность измерения времен прихода широкополосных сигналов в многоэлементных антенных решетках; разработка технологии изготовления гибридного оптико-электронного микрочипа QPSK-модулятора лазерного излучения, получаемого посредством стыковки планарных оптических микросхем на основе ниобата лития и системы Si/SiO<sub>2</sub>/SiON/SiO<sub>2</sub>;

программная реализация модуля размещения; разработка технологии интенсификации очистки аммиака до SEMI стандарта; наладка и тестирование рентгенооптической системы.

2025 г. Актуализация нормативной документации ПИШ в области образовательной деятельности; Модернизация системы прохождения студентами, осваивающими программы магистратуры ("технологическая магистратура"), практик и (или) стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками; Модернизация материально-технической базы ПИШ; Участие в конференции «Цифровая индустрия промышленной России», форуме «Наука будущего – наука молодых», выставке «ВУЗПРОМЭКСПО» и (или) других мероприятиях; Разработка новых дополнительных профессиональных программ и (или) краткосрочных курсов повышения квалификации по направлениям работы ПИШ в интересах высокотехнологичных компаний-партнеров; Модернизация ОП по специализации «Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации»; Модернизация ОП по профилю подготовки бакалавров «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»; Модернизация ОП по магистерской программе «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»; Разработка СОП учебно-лабораторного комплекса «Радиолокация и радионавигация»; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»; Создание и оснащение студенческого КБ, специализирующегося в области разработки новых методик конструирования полупроводниковых приборов, в том числе радиофотоники; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: разработка методов и алгоритмов обработки радиолокационной информации с использованием цифровых антенных решеток и элементов фотоники; изготовление опытных образцов бортовой широкополосной каналобразующей аппаратуры и разработка прототипа системы связи в сверхвысоком диапазоне частот для КА с возможностью высокоточной синхронизации их бортовых шкал времени; проведение комплексных экспериментальных исследований влияния излучения нагревного стенда СУРА на каналы дальней радиосвязи в различных гелиогеофизических условиях; разработка алгоритмов позиционирования мобильных устройств, использующих совместно методы углового и временного сверхразрешения сигналов; разработка топологии и технологии изготовления гибридного оптико- электронного микрочипа DP QPSK-модулятора лазерного излучения, получаемого посредством стыковки планарных оптических микросхем, выполненных на основе ниобата лития и системы Si/SiO<sub>2</sub>/SiON/SiO<sub>2</sub>; построение математических моделей и разработка алгоритмов решения задач объемно-календарного планирования. Программная реализация модуля объёмно-календарного планирования; разработка технологии синтеза высокочистого водорода из природного газа; разработка динамической маски и литографических алгоритмов.

2026 г. Актуализация нормативной документации ПИШ в области научно- исследовательской деятельности; Совершенствование системы довузовской подготовки кадров для ПИШ в партнерстве с высокотехнологичными компаниями; Модернизация системы проведения повышения квалификации и (или) профессиональной переподготовки, в том числе в форме стажировки на базе высокотехнологичных компаний, сотрудников ПИШ; Модернизация

материально-технической базы ПИШ; Участие в конференции «Цифровая индустрия промышленной России», форуме «Наука будущего – наука молодых», выставке «ВУЗПРОМЭКСПО» и (или) других мероприятиях; Разработка новых дополнительных профессиональных программ и (или) краткосрочных курсов повышения квалификации по направлениям работы ПИШ в интересах высокотехнологичных компаний-партнеров; Модернизация новой магистерской ОП «Информационные технологии в системах космической связи и дистанционного зондирования Земли»; Модернизация ОП по магистерской программе «Химическая технология для микроэлектроники»; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Лаборатория систем связи»; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Дальняя связь»; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Мобильные системы связи»; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Радиофотоника и оптоэлектроника» и студенческого КБ; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Химическая технология для микроэлектроники»; Разработка новой программы ДПО по направлению «Радиофотоника и оптоэлектроника» в интересах высокотехнологичных компаний-партнеров; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: разработка программы и методик проведения экспериментальных исследований в партнерстве с высокотехнологичными компаниями по обнаружению и сопровождению перспективных средств воздушного нападения в условиях современного радиоэлектронного противодействия; разработка стенда для проведения испытаний опытного образца каналообразующей аппаратуры систем связи и синхронизации в сверхвысоком диапазоне частот; развитие расчетно-теоретических моделей среды распространения радиоволн в диапазоне от КВ до СДВ, в том числе при наличии ионосферных источников и ретрансляторов; разработка программ-симуляторов для моделирования систем мобильной связи 5-го и 6-го поколений на физическом и на системном уровнях; разработка конструкторской документации на технологию изготовления гибридного опто-электронного микрочипа DP QPSK- модулятора лазерного излучения, получаемого посредством стыковки планарных оптических микросхем, выполненных на основе ниобата лития и системы Si/SiO<sub>2</sub>/SiON/SiO<sub>2</sub>; построение математических моделей и разработка алгоритмов трассировки. Программная реализация модуля трассировки; разработка технологии синтеза высокочистых карбидов бора и вольфрама; разработка элементов стенда рентгеновской литографии.

2027-28 гг. Актуализация нормативной документации ПИШ; Модернизация системы обучения инженеров высокотехнологичных компаний по программам дополнительного профессионального образования; Модернизация системы последипломной специализации выпускников ПИШ в высокотехнологичных компаниях (интернатура ПИШ); Модернизация материально-технической базы ПИШ; Участие в конференции «Цифровая индустрия промышленной России», форуме «Наука будущего – наука молодых», выставке «ВУЗПРОМЭКСПО» и (или) других мероприятиях; Модернизация ОП по профилю подготовки бакалавров «Информационные технологии в системах космической связи», обеспеченной интерактивным комплексом опережающей подготовки; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Лаборатория распределенных вычислений»;

Актуализация программ ДПО по направлению «Радиофотоника и оптоэлектроника» в интересах высокотехнологичных компаний- партнеров; Создание короткосрочных курсов повышения квалификации по направлению «Радиофотоника и оптоэлектроника» в интересах высокотехнологичных компаний-партнеров; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: проведение экспериментальных исследований по обнаружению и сопровождению перспективных средств воздушного нападения в условиях современного радиоэлектронного противодействия; проведение лабораторных испытаний опытных образцов каналобразующей аппаратуры системы связи и синхронизации в сверхвысоком диапазоне частот; создание собственной сети геофизического мониторинга, функционирующая в интересах обеспечения радиосвязи с ионосферными каналами; проведение компьютерного моделирования систем мобильной связи 5-го и 6-го поколений для оценки их характеристик при различных сценариях развертывания; проведение поисковых исследований, направленных на миниатюризацию и повышение быстродействия DP QPSK-модуляторов лазерного излучения за счёт замены объёмного ниобата лития в качестве оптически активной среды на тонкоплёночный ниобат лития или полупроводниковые соединения с квантово-размерными включениями; построение математических моделей и разработка алгоритмов решения задач сменно-суточного планирования. Программная реализация модуля сменно-суточного планирования; разработка технологии очистки закиси азота и высокочистых газовых смесей на ее основе; создание стенда рентгеновской литографии.

2029-30 гг. Модернизация системы последипломной специализации выпускников ПИШ в высокотехнологичных компаниях (интернатура ПИШ); Разработка и утверждение ПРОГРАММЫ развития ПИШ до 2035 года; Модернизация материально-технической базы ПИШ; Участие в конференции «Цифровая индустрия промышленной России», форуме «Наука будущего – наука молодых», выставке «ВУЗПРОМЭКСПО» и (или) других мероприятиях; Разработка новых программ ДПО и (или) краткосрочных курсов повышения квалификации по направлениям работы ПИШ в интересах высокотехнологичных компаний-партнеров; Модернизация ОП по специализации «Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации»; Модернизация ОП по профилю подготовки бакалавров «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»; Модернизация ОП по магистерской программе «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Радиолокация и радионавигация»; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Дальняя связь»; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Мобильные системы связи»; Модернизация СОП и студенческого КБ по направлению «Радиофотоника и оптоэлектроника», в том числе в интересах перспективных абитуриентов (школьников), проходящих обучение / стажировки в ПИШ; Модернизация СОП учебно-лабораторного комплекса «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»; Проведение прорывных исследований и разработок по заказу высокотехнологичных компаний: разработка предложений по обнаружению и сопровождению радиолокационными системами перспективных средств воздушного нападения в условиях современного радиоэлектронного противодействия; разработка

технического задания на проведение ОКР по теме «Разработка и изготовление каналообразующей аппаратуры межспутниковой связи сверхвысокого частотного диапазона»; разработка новой аппаратуры для широкополосного радиоприема и высокочувствительных радиоизмерений в УНЧ, НЧ и КВ диапазонах, в том числе для применения в наземных пунктах, в авиации и в космосе; создание лабораторного макета системы связи с цифро-аналоговым формированием диаграмм направленности; разработка конструкции и технологии изготовления DP-64QAM-модулятора лазерного излучения; построение математических моделей и разработка алгоритмов размещения планирования кристаллов; разработка технологии синтеза и очистки высокочистых фреонов различного состава; отработка технологии формирования наноструктур методом рентгеновской литографии.

Реализация приведенного выше Плана мероприятий позволит к концу 2030 года достигнуть следующие ключевые результаты реализации программы развития передовой инженерной школы: для не менее 363 человек будет проведено 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; для не менее 64 человек будет осуществлено 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 предоставленного гранта; будет разработано и внедрено не менее 8 новых образовательных программ высшего образования для опережающей подготовки инженерных кадров и не менее 8 дополнительных профессиональных программ по актуальным научно-технологическим направлениям и "сквозным" цифровым технологиям, обеспеченных интерактивными комплексами опережающей подготовки; на 109% будет увеличено число 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 передовой инженерной школе 335 инженеров пройдут обучение по программам дополнительного профессионального образования (не менее 90 человек на конец 2024 года; 1366 обучающихся, прошедших обучение в передовой инженерной школе по образовательным программам высшего образования и дополнительным профессиональным программам, трудоустроятся в российские высокотехнологичные компании и на предприятия; будет создано 9 специальных образовательных пространства; 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, составит не менее 40% (в 2022 – 2024 гг.); объем финансирования, привлеченного передовой инженерной школой на исследования и

разработки в интересах бизнеса не менее 2100 млн рублей; рост количества регистрируемых результатов интеллектуальной деятельности ННГУ составит не менее 116 процентов; 67 студента пройдут практику и (или) стажировку вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками, обучающихся по программам магистратуры технологического профиля. Таким образом, достижение результатов развития передовой инженерной школы обеспечит укрепление позиций ННГУ на российском и мировом научно-образовательном рынке в области подготовки высококвалифицированных кадров высокопроизводительного сектора экономики.

### 3. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ

#### 3.1. О руководителе передовой инженерной школы

Бакунов Михаил Иванович

Основная информация

Наименование	Значение
Фамилия, имя и отчество	Бакунов Михаил Иванович
Страна (гражданство)	Россия
Регион проживания в РФ	Нижегородская область
Город проживания в РФ	Нижний Новгород
Пол	мужской
Дата рождения	14.07.1957
ИНН (для граждан РФ)	525901311046
Адрес электронной почты	bakunov@rf.unn.ru
Контактный телефон	+7(920) 251 52 53
Учёное звание	профессор
Учёная степень	доктор физико-математических наук
ORCID	0000-0002-4209-1372
Scopus ID	55582858900
Researcher ID	E-2875-2017
РИНЦ (AuthorId)	26051

Карьера: 06.2004 - наст. время: ННГУ, заведующий кафедрой общей физики (Руководство кафедрой, чтение лекций по курсу общей физики, проведение практических занятий по курсу, руководство аспирантами, проведение научных исследований); 07.2000 – 06.2004: ННГУ, профессор кафедры общей физики (Чтение лекций по курсу общей физики, проведение практических занятий по курсу, руководство аспирантами, проведение научных исследований).

Образование: 1979: Высшее образование -специалитет, Горьковский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Радиофизика и электроника; 1987: Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации, Горьковский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (01.04.03 Радиофизика, включая квантовую радиофизику).

Участие и руководство крупными научными и образовательными проектами: 03.2022-12.2024: РФФ, 22-19-00371 «Генерация и детектирование терагерцового излучения ультракороткими лазерными импульсами в условиях резонансного и многофотонного поглощения», Научный руководитель, 21 млн руб.; 01.2021-12.2022: ННГУ-РФЯЦ-ВНИИЭФ, хд № Н-650гоз\_2021-2022 СЧ НИР «Разработка компрессора лазерных импульсов на основе дифракционных решеток с высокой лучевой стойкостью», Научный руководитель, 5,3 млн руб.; 01.2020-12.2022: Грант Минобрнауки на создание и развитие научного центра мирового уровня «Центр фотоники», Соглашение № 075-15-2020-927, Ведущий научный сотрудник 104,23 млн руб.; 09.2020-09.2022: РФФИ, грант 20-32-90080 «Эффективные оптико-терагерцовые конверторы на основе неколлинеарного фазового синхронизма», Научный руководитель, 1,2 млн руб.; 01.2018-12.2020: РФФ, 18-19-00486 «Генерация и детектирование ультратерагерцовых и субтерагерцовых электромагнитных полей фемтосекундными лазерными импульсами в электрооптических кристаллах», Научный руководитель, 18 млн руб.; 01.2017-12.2019: Госзадание (проектная часть) 3.3854.2017/ПЧ «Высокоэффективные нелинейно-оптические методы генерации и детектирования терагерцового излучения», Научный руководитель, 15 млн руб.; 01.2013-12.2017: ННГУ-РФЯЦ-ВНИИЭФ хд № 799, СЧ НИОКР «Создание образцов оптомеханических элементов под составные дифракционные решетки для пикосекундных каналов установки», Научный руководитель, 45 млн руб.; 01.2015-12.2016: РФФИ, грант 15-02-08328 «Неколлинеарные нелинейно-оптические методы генерации и детектирования терагерцового излучения с приложениями к спектроскопии и интроскопии», Научный

руководитель, 0,895 млн руб.; 08.2014-12.2016: ФЦП ИР «Разработка методов бесконтактного измерения мощности в высоковольтных линиях электропередач переменного тока», Научный руководитель, 72 млн руб.; 01.2014-12.2015: ННГУ-РФЯЦ-ВНИИЭФ хд № 827 СЧ НИОКР «Исследования дисперсий групповых скоростей высших порядков при распространении chirпированного импульса в протяжённой оптической среде и возможностей их компенсации», Научный руководитель, 2 млн руб.; 01.2014-12.2015: ННГУ, программа 5-100. «Разработка фундаментальных основ новых квантовых технологий для телекоммуникационно-информационных, измерительных и биомедицинских приложений», Н-462-99, Научный руководитель, 4 млн руб.; 01.2014-12.2015: ННГУ, программа 5-100. «Разработка технологии создания компонентов и методов моделирования устройств мощных лазерных систем», Н-474-99, Научный руководитель, 4 млн руб.; 01.2013-12.2014: РФФИ, грант 13-02-92106-ЯФ\_а «Манипуляция терагерцовыми волнами с помощью планарных метаматериалов», Научный руководитель, 1,1 млн руб.; 01.2013-12.2014: РФФИ, грант 13-02-01423-а «Разработка физических принципов детектирования широких атмосферных ливней»: Научный руководитель, 0,634 млн руб.; 01.2012-12.2013: ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» Соглашение № 14.В37.21.0770 «Разработка высокоэффективных нелинейно-оптических методов генерации короткоимпульсного излучения в терагерцовом и среднем инфракрасном диапазонах частот», Научный руководитель, 3,319 млн руб.; 01.2011-12.2013: РФФИ, грант 11-02-92107-ЯФ\_а «Генерация и трансформация терагерцового излучения в планарных метаматериалах и плазмонных кристаллах», Научный руководитель 0,7 млн руб.; 01.2010-12.2014: Правительство РФ, пост. 220 (мегагрант). Проект № 11.G34.31.0011 «Экстремальные световые поля и их приложения», зав. НИЛ, главный научный сотрудник, 177 млн руб.

Дополнительная информация. Автор более 100 статей в ведущих международных журналах, 8 патентов и более 100 докладов на международных конференциях. Индекс Хирша (Web of Science) – 17. Зам. главного редактора научно-технического журнала «Известия вузов. Радиофизика». В качестве приглашенного профессора регулярно работает в ведущих университетах Японии и Сингапура. Заведует лабораторией по изучению экстремальных световых полей, созданной в 2010 году в рамках мегагранта Правительства РФ совместно с известным французским ученым, нобелевским лауреатом Ж. Муру и оснащенной уникальным оборудованием. Заведует лабораторией мощных лазерных систем, созданной совместно с Институтом лазерно-физических исследований РФЯЦ-ВНИИЭФ для участия ННГУ в создании российской установки лазерного термоядерного синтеза УФЛ-2М и подготовки специалистов для работы на ней. Входит в состав научно-технического совета Национального центра физики и математики. Является заместителем председателя диссертационного совета в ННГУ. Является руководителем магистерской программы «Квантовая радиофизика и лазерная физика» Института аспирантуры и докторантуры ННГУ. Под его руководством защищены 9 кандидатских диссертаций. Один из защитившихся получил в 2013 году Медаль РАН с премией для молодых ученых, в 2021 году студент магистратуры получила медаль РАН с премией для студентов за цикл работ, выполненный под руководством Бакунова М.И. Награжден медалью Минобразования «За вклад в реализацию государственной политики в области образования» (2021). Имеет звание «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» (2016), дважды лауреат премии Нижнего Новгорода в области образования (2001, 2006).

### **3.2. Система управления**

Управленческий контур Передовой инженерной школы «Космическая связь, радиолокация и навигация» состоит из трех основных элементов: Наблюдательный совет ПИШ; Дирекция ПИШ; Экспертный совет ПИШ.

*Наблюдательный совет ПИШ* состоит из руководителей ННГУ и высокотехнологичных компаний. Наблюдательный совет ПИШ будет на регулярной основе осуществлять мониторинг деятельности ПИШ.

*Дирекция ПИШ* состоит из руководителя ПИШ, его заместителей и административно-управленческого персонала. Руководитель ПИШ осуществляет оперативное руководство деятельностью ПИШ. Дирекция отвечает за основные направления развития ПИШ, распределение финансирования, а также вопросы, связанные с привлечением внешних (в том числе представителей высокотехнологичных компаний) сотрудников и преподавателей. Дирекция обеспечивает: координацию работы ПИШ; междисциплинарное

взаимодействие с другими структурными подразделениями ННГУ; организацию подготовки заявок и усиление конкурентных позиций ННГУ в конкурсах на получение дополнительного финансирования от государства и высокотехнологичных компаний; взаимодействие с промышленным сектором для привлечения новых индустриальных партнеров. Руководителем ПИШ назначен известный специалист в области радиофизики профессор Бакунова М.И., имеющий большой опыт в организации крупных исследовательских центров (совместно с Росатомом, ФИЦ ИПФ РАН, университетом Осаки, правительственным агентством Сингапура A\*Star) и в управлении сложными высокотехнологичными проектами (мегагрант Правительства РФ, ФЦПР, см. раздел 3.1).

*Экспертный совет ПИШ* состоит из профильных экспертов из числа сотрудников ННГУ (директор НИРФИ Шиндин А.В., директор НИФТИ Чувильдеев В.Н., проф. Фидельман В.Р., проф. Прилуцкий М.Х., д.т.н. Фитасов Е.С., др.) и сотрудников высокотехнологичных компаний. Экспертный совет ПИШ является совещательным и консультативным органом управления ПИШ по вопросам развития науки и образования. Экспертный совет ПИШ вырабатывает научно-обоснованные рекомендации по: научной- технической, образовательной и инновационной политике ПИШ; дальнейшему развитию ПИШ; разрешению важнейших научно-технических вопросов, связанных с новыми научными разработками и совершенствованием имеющихся разработок; разработке и совершенствованию образовательных программ. Экспертный совет ПИШ проводит свою работу на основе коллективного обсуждения, обмена мнениями, с учётом последних достижений науки и техники и систематического анализа уровня развития науки и инженерного образования в России и за рубежом, использования знаний, практического опыта и творческой инициативы специалистов.

### **3.3. Организационная структура**

Организационная структура ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация» будет состоять из дирекции и профильных научно-образовательных отделений. *Дирекция ПИШ* состоит из руководителя ПИШ, его заместителей и административно-управленческого персонала, из которого сформированы отделы дирекции ПИШ: отдел научных проектов, отдел образовательных программ, отдел профориентации, отдел по работе с компаниями, отдел по связям с общественностью, административный отдел.

В структуре ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация» будут сформированы 5 профильных отделений:

- отделение радиолокации и радиосвязи;
- отделение космической связи;
- отделение радиофотоники и оптоэлектроники;
- отделение проектирования и автоматизации производства микроэлектронных устройств;
- отделение материалов для электроники.

Базовые структурные единицы отделений ПИШ – научные проекты (НП) и образовательные программы (ОП), которые будут сформированы из творческих коллективов кафедр/лабораторий не только ННГУ, но и представителей других вузов, НИИ и высокотехнологичных компаний.

Отделение радиолокации и радиосвязи включает НП: «Интеллектуальные системы контроля воздушного пространства», «Методы и технологии дальней радиосвязи с пассивной и активной адаптацией», «Алгоритмы адаптивной обработки сигналов и высокоточного позиционирования в системах мобильной связи», а также ОП «Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации» (специалитет: 20 чел. в год).

Отделение космической связи включает НП «Разработка макета каналообразующей аппаратуры широкополосного канала межспутниковой связи сверхвысоких диапазонов частот для многоспутниковых систем связи и дистанционного зондирования Земли», а также ОП: «Информационные технологии в системах космической связи (бакалавры)» (40 чел. в год), «Информационные технологии в системах космической связи и дистанционного зондирования Земли (магистры)» (10 чел. в год).

Отделение радиофотоники и оптоэлектроники включает НП: «Оптоэлектроника и радиофотоника для перспективных систем космической связи и радиолокационных систем», «Рентгеновская литография», а также ОП: «Радиофотоника и оптоэлектроника (бакалавры)» (10 чел. в год), «Новые полупроводниковые технологии (магистры)» (10 чел. в год).

Отделение проектирования и автоматизации производства микроэлектронных устройств включает НП «Математические модели, методы и программные средства физического проектирования и планирования изготовления изделий микроэлектроники», а также ОП: «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники (бакалавры)» (10 чел. в год) и «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники (магистры)» (5 чел. в год).

Отделение материалов для электроники включает НП «Разработка технологий получения высокочистых функциональных материалов для электронной промышленности» и ОП «Химическая технология для микроэлектроники» (магистратура: 10 чел. в год).

Профильные отделения ПИШ будут заниматься созданием и внедрением в учебный процесс новых специальных образовательных пространств, куда войдут: учебно-исследовательский ситуационный центр радиолокационного мониторинга и связи; радиолокационная лаборатория- полигон; учебно-лабораторный комплекс «Дальняя связь»; учебно-лабораторный комплекс «Мобильные системы связи»; учебно-лабораторный комплекс космической связи; учебно- лабораторный комплекс «Радиофотоника и оптоэлектроника»; учебно-лабораторный комплекс «Рентгеновская литография»; учебно-лабораторный комплекс «Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств» (на базе ПП ЛОГОС); учебно- лабораторный комплекс «Химическая технология для микроэлектроники». Профильные отделения ПИШ будут отвечать за создание и внедрение новых дополнительных профессиональных программ: «Помехозащищенность современных радиолокационных систем», «Автоматизированные системы управления радиолокационными комплексами», «Конструирование и технология производства специальных радиотехнических систем», «Современные методы цифровой обработки сигналов», «Современные системы цифровой связи», «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники», «Современные технологии физико-химического аналитического контроля», «Лаборант химического анализа 4 разряда». Для координации действий ПИШ разрабатывается и внедряется единая виртуальная информационная среда (ВИС), которая представляет собой специализированный тематический ресурс в виде on-line подсистемы информационного портала ННГУ. ВИС концентрирует информацию о НП и ОП и о динамике выполнения показателей их развития. С целью активизации научной кооперации между НП и ОП на ВИС будет представлена информация о доступной материально-технической базе. Для внешних пользователей на ВИС будут размещены информационные материалы, популяризирующие деятельность ПИШ ННГУ. Результаты работы ПИШ будут также продвигаться с помощью издаваемого ННГУ научно-технического журнала «Изн. вузов. Радиофизика (Radiophysics and Quantum Electronics)». Для эффективного объединения лабораторных ресурсов при решении сложных научных и инновационных задач формируется единая открытая материально- техническая база ПИШ ННГУ.

### **3.4. Финансовая модель**

Финансовая модель Программы развития ПИШ ННГУ основана на сочетании средств федерального бюджета (гранта) и средств, направляемых партнерскими предприятиями на финансирование мероприятий Программы. Среднее соотношение этих показателей в первые три года реализации Программы составляет более 43% по прогнозу по кассовому методу и более 53% по прогнозу общих затрат предприятий, подтвержденных соответствующими письмами. Общее соотношение этих показателей за весь период реализации Программы развития ПИШ составляет более 27%. В период реализации Программы развития ПИШ ННГУ планирует существенно увеличить поступления от приносящей доход деятельности за счет следующих мер.

1. Проведение фундаментальных и прикладных научных исследований по направлениям ПИШ.

Прогнозируемый рост к 2030 году в среднем превысит 250 млн рублей в год.

2. Увеличение количества обучающихся и объема услуг по программам основного и дополнительного образования. Прогнозируемый рост в ближайшие 3-5 лет достигнет 9,5% в год с последующей стабилизацией данного показателя при насыщении новых образовательных треков и кампусного ресурса.

3. Реализация научно-технической продукции и трансфера технологий.

4. Дополнительная основа для финансовой стабильности будет сформирована за счет развития сетевого взаимодействия и кооперации с высокотехнологичными предприятиями и партнерскими университетами и создания востребованных образовательных продуктов и коммерциализации совместных научных разработок.

Будут реализованы мероприятия по снижению финансовых рисков реализации Программы развития ПИШ, повышению финансовой устойчивости, повышению качества принимаемых управленческих решений. В основе комплекса мероприятий – диверсификация источников доходов, комплексная цифровизация системы финансового менеджмента школы, внедрение системы непрерывного финансового мониторинга, прогнозирования и анализа рисков на основе моделирования различных сценариев развития. Будет разработана и внедрена система подготовки финансовых отчетов в режиме «реального времени». Основным финансовым механизмом управления ресурсами ПИШ станет смешанный планово-конкурентный подход при распределении финансирования между 5 отделениями ПИШ и к распределению финансирования между НП и ОП каждого из отделений ПИШ. Конкурентная составляющая финансирования отделений будет реализовываться на основе значений ключевых показателей эффективности (КПЭ) отделений (кол-во обучающихся, объем привлеченных ВБС и НИОКР) – руководитель ПИШ разрабатывает предложения по распределению финансирования, которые выносятся на Экспертный совет ПИШ для обсуждения. Окончательное распределение средств утверждается руководителем ПИШ.

## 4. ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНИРУЕМОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ

### 4.1. Научно-исследовательская деятельность

Научно-исследовательская политика ННГУ в области точных и инженерных наук традиционно строится на тесной интеграции с академическими институтами и высокотехнологичными предприятиями Нижегородской области, прежде всего, с ведущими федеральными исследовательскими центрами (ИПФ РАН, РФЯЦ-ВНИИЭФ), и индустриальными партнерами – предприятиями Нижегородского кластера радиоэлектронной промышленности, который является одним из наиболее крупных в Российской Федерации. Основным механизмом достижения лидерства ННГУ – консорциум университета, научных организаций, организаций реального сектора экономики и региона - развивается ННГУ уже более полувека. Это позволяет университету вести масштабные научные исследования и на их базе осуществлять прикладные разработки в интересах ведущих отечественных промышленных предприятий. В 2020 году в университете (в составе консорциума с ИПФ РАН и ИОФ РАН) создан научный центр мирового уровня «Фотоника», в консорциуме с Институтом системного программирования РАН запущен первый в России крупный научный проект в области надежного и логически объяснимого (доверенного) искусственного интеллекта, создан научно-образовательный центр «Математика технологий будущего». Взаимодействие с ведущими промышленными предприятиями ННГУ осуществляет в рамках НОЦ «Техноплатформа 2035» Нижегородской области, а также путем выполнения хоздоговорных работ по тематике программ инновационного развития ключевых отечественных холдингов и госкорпораций (Росатом, Роскосмос, Ростех и др.). Это создало необходимые условия для подготовки высококвалифицированных инженеров, способных выполнять прикладные разработки, востребованные на рынке радиолокации и космической связи, а также в области микроэлектроники и технологий материалов. В 2021 году ННГУ вошел в число победителей исследовательского трека программы «Приоритет-2030». В состав крупнейшего консорциума, созданного для реализации Стратегического проекта «Фундаментальные основы технологий будущего» Программы «Приоритет-2030», вошли МГУ им. М.В. Ломоносова, ведущие институты РАН (ИПФ РАН, ИФМ РАН, Институт химии высокочистых веществ РАН, Институт физической химии и электрохимии РАН, Институт прикладной математики РАН, Институт системного программирования РАН и др.), а также ведущий исследовательский центр ГК Росатом (РФЯЦ-ВНИИЭФ). ННГУ является координатором крупного регионального проекта ИНТЦ «Квантовая долина» по основным направлениям НОЦ Нижегородской области: передовые цифровые (включая квантовые) технологии и технологии искусственного интеллекта; инновационные производства, компоненты и материалы; интеллектуальные транспортные системы. ННГУ имеет большой опыт выполнения прикладных работ по тематике ПИШ. Совместно с ННИИРТ ННГУ участвовал в создании РЛС контроля за падением отделяющихся частей ракет, запускаемых с космодрома «Восточный». Совместно с МГТУ участвовал в разработке бортовых радиолокационных средств для разведывательных и разведывательно-ударных комплексов с БПЛА, а также в разработке распределённой сети радиолокационных средств для повышения эффективности обнаружения и сопровождения БПЛА. В НИФТИ ННГУ ведутся

работы по космической связи и обработке космической информации совместно с национальным лидером по этому направлению АО «ИСС» им. академика Решетнева (г. Железнодорожск). В ИИТММ ННГУ совместно с РФЯЦ-ВНИИЭФ ведутся работы по компьютерной оптимизации проектирования и производства устройств микроэлектроники. Таким образом, научно-исследовательская политика ННГУ, направленная на использование уникального научно- инженерного потенциала нижегородского региона и широких связей с ведущими национальными центрами исследований и разработок, возможностей и компетенций ключевых индустриальных партнеров, позволит обеспечить положительный синергетический эффект от создания в ННГУ ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация». Создание в ННГУ ПИШ будет способствовать эффективному развитию научно-технического потенциала Нижегородской области, кадровому и научному развитию Нижегородского кластера радиоэлектронной промышленности, а также достижению Национальных целей развития Российской Федерации.

Указанные в п. 2.2 целевые устремления ПИШ в области прорывных разработок и исследований будут достигаться через реализацию 8 научных проектов: «Интеллектуальные системы контроля воздушного пространства»; «Методы и технологии дальней радиосвязи с пассивной и активной адаптацией»; «Алгоритмы адаптивной обработки сигналов и высокоточного позиционирования в системах мобильной связи»; «Разработка макета каналообразующей аппаратуры широкополосного канала межспутниковой связи сверхвысоких диапазонов частот для многоспутниковых систем»; «Оптоэлектроника и радиофотоника для перспективных систем космической связи и радиолокационных систем»; «Рентгеновская литография»; «Математические модели, методы и программные средства физического проектирования и планирования изготовления изделий микроэлектроники»; «Разработка технологий получения высокочистых функциональных материалов для электронной промышленности».

Гарантией успешного достижения запланированных целей в области прорывных разработок является имеющийся у ННГУ многолетний опыт выполнения многомиллионных объемов прикладных НИОКР, наличие в университете современного научно-технологического оборудования и высококвалифицированных кадровых ресурсов, тесное многолетнее сотрудничество с индустриальными партнерами и крупнейшими институтами РАН.

#### **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
Критические технологии безмасочной рентгеновской литографии	47.00.00 Электроника. Радиотехника	01.09.2022	31.12.2030	ПОЛИКЕТОН ООО

Название научного исследования и(или) разработки	ГРНТИ	Дата начала	Дата завершения	Задействованные в реализации, высокотехнологичные компании партнёры
Интеллектуальные системы контроля воздушного пространства	47.00.00 Электроника. Радиотехника	01.09.2022	31.12.2030	ФНПЦНИИИРТ АО КОРПОРАЦИЯ КОМЕТА АО ННПО ИМЕНИ М. В. ФРУНЗЕ АО НЗ 70-ЛЕТИЯ ПОБЕДЫ АО ВРЕМЯ-Ч АО
Разработка технологий получения высокочистых функциональных материалов для электронной промышленности	47.00.00 Электроника. Радиотехника	01.09.2022	31.12.2030	НПП САЛЮТ АО ФНПЦ НИИИС ИМ.Ю.Е.СЕДАКОВА ФГУП ПОЛИКЕТОН ООО СИНОР ООО
Разработка макета каналообразующей аппаратуры широкополосного канала межспутниковой связи сверхвысоких диапазонов частот для многоспутниковых систем	49.00.00 Связь	01.09.2022	31.12.2030	ИСС АО
Оптоэлектроника и радиофотоника для перспективных систем космической связи и радиолокационных систем	29.00.00 Физика	01.09.2022	30.12.2030	Т8 ООО ФНПЦ НИИИС ИМ.Ю.Е.СЕДАКОВА ФГУП НПП САЛЮТ АО
Методы и технологии дальней радиосвязи с пассивной и активной адаптацией	49.00.00 Связь	01.09.2022	31.12.2030	ПРИМА ООО НПП ВРЕМЯ-Ч АО
Алгоритмы адаптивной обработки сигналов и высокоточного позиционирования в системах мобильной связи	49.00.00 Связь	01.09.2022	31.12.2030	ПРИМА ООО НПП ВРЕМЯ-Ч АО
Математические модели, методы и программные средства физического проектирования и планирования изготовления изделий микроэлектроники	47.00.00 Электроника. Радиотехника	01.09.2022	31.12.2030	ФНПЦ НИИИС ИМ.Ю.Е.СЕДАКОВА ФГУП ГРИНАТОМ АО

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

С точки зрения целей и задач ПИШ, ключевым элементом инновационной стратегии ННГУ является разработка и внедрение в производство востребованной рынком высокотехнологичной продукции мирового уровня, а том числе – основанное на реализации научно-прикладных проектов полного жизненного цикла с разным уровнем технологической готовности (УГТ): НИР (УГТ 1-3), НИОКР (УГТ 3-6), ОКР (УГТ 6-7), внедрение в производство

(УГТ 8-9) – сопровождение серийного производства. Это создает все необходимые условия для подготовки высококвалифицированных научных и инженерных кадров. ННГУ имеет большой опыт внедрения инновационных разработок в промышленность. Прикладные разработки специалистов ННГУ успешно используются в РФЯЦ- ВНИИЭФ, концерне ВКО «Алмаз-Антей», НИИИС им. Ю.Е. Седакова, АО «ОКБМ Африкантова», ИСС им. М.Ф. Решетнева, а также на предприятиях оборонно- промышленного комплекса. Работы с ведущими промышленными предприятиями выполняются в рамках хоздоговоров и различных программ Минобрнауки России, включая программу развития НОЦ Нижегородской области «Техноплатформа 2035». В соответствии с условиями большинства хоздоговоров, права на создаваемые РИДы принадлежат заказчику (индустриальному партнеру) или Российской Федерации, от имени которой выступает индустриальный партнер. Права на РИДы, создаваемые в рамках программ Минобрнауки России, принадлежат ННГУ или ННГУ совместно с индустриальным партнером. Начиная с 2014 г. в ННГУ успешно функционирует Центр инновационного развития (ЦИР), приоритетами работы которого является акселерация и продвижение проектов молодых ученых, защита интеллектуальной собственности, реализация различных образовательных программ в области инноваций и технологического предпринимательства, а также инженерно-техническая поддержка проектов, которую ЦИР осуществляет совместно с Инжиниринговым центром ННГУ. Для повышения эффективности коммерциализации прикладных разработок, в 2021 г. в рамках программы Минобрнауки России был создан региональный Центр трансфера технологий (ЦТТ). Планируемые результаты от реализации направлений в области инноваций, трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности: ожидается рост количества регистрируемых РИД на 100% к 2030 году; планируется заключение лицензионных договоров на сумму не менее 20 млн рублей; при содействии регионального ЦТТ будут выполнены НИОКР на сумму более 950 млн. рублей; будет проведено обучение менее 300 специалистов предприятий по основным направлениям обращения с интеллектуальной собственностью, будут созданы и внедрены обучающие курсы для студентов и аспирантов (кол-во человек, прошедших обучение по основным направлениям обращения с интеллектуальной собственностью, составит не менее 500 чел.), предприятия получают возможность прохождения в ННГУ бесплатных консультаций по вопросам создания и коммерциализации РИД, помощь в выборе перспективных направлений и проведении НИОКР, возможность осуществления патентного поиска и научно-технической экспертизы проекта. Таким образом, инновационная политика ННГУ направлена на успешный трансфер результатов исследований в ключевые отрасли РФ, генерацию молодежных технологических стартапов, создание условий для развития культуры технологического предпринимательства в регионе. Ожидаемым результатом реализации инновационной политики ННГУ, с точки зрения развития Нижегородской области и достижения национальных целей развития РФ, будет являться дальнейшее развитие научной и прикладной инфраструктуры поддержки региональной промышленности, создание условий для ускоренного развития предприятий Нижегородского кластера радиоэлектронной промышленности и ключевых индустриальных партнеров федерального уровня, в том числе – путем их кадрового обеспечения высококвалифицированными инженерами, а также за счет содействия увеличению доли

инновационной продукции в общем объеме и повышению производительности труда. В частности, для ключевого партнера ПИШ – предприятий ГК Росатом (РФЯЦ- ВНИИЭФ, включая НИИИС им. Ю.Е. Седакова, Гринатом, АО «Атомстройэкспорт») будет подготовлено следующее количество выпускников ПИШ, получивших ВПО: в 2023 году 29 чел., в 2024 году 30 чел., в 2025 году 76 чел. Всего, включая 2030 год 552 человека. Количество сотрудников ГК Росатом, получивших ДПО в ПИШ, составит: в 2023 году 44 чел., в 2024 году 55 чел., в 2025 году 84 чел. Всего, включая 2030 год 994 чел.

### **4.3. Образовательная деятельность**

ННГУ видит свою миссию в подготовке высококвалифицированных кадров для работодателей, в первую очередь, высокотехнологичных секторов экономики, в формировании интеллектуальной элиты России, в генерации новых знаний и создании новых технологий, способствующих опережающему и устойчивому развитию экономики и общества, а также в обеспечении социально- ответственного и патриотического воспитания молодежи, развития творческих способностей на основе системной интеграции образовательной, исследовательской и инновационной деятельности. Стратегия развития ННГУ ставит своей целью устойчивое эффективное развитие вуза как классического исследовательского университета, обеспечивающего, в том числе, совместно с высокотехнологичными компаниями партнерами и научными организациями, подготовку кадров по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации, для различных отраслей реального сектора экономики и социальной сферы, развитие и реализацию прорывных научных исследований и разработок. Основным приоритетом образовательной политики ННГУ до 2030 г. является подготовка кадров с развитыми исследовательскими и цифровыми компетенциями в интересах научных организаций, крупных госкорпораций и организаций реального сектора экономики, мелкого и среднего бизнеса за счет значимого увеличения числа обучающихся по программам специалитета, магистратуры и аспирантуры. Создание в ННГУ ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация» соответствует направлениям образовательной политики ННГУ и позволит обеспечить эффективное развитие образовательного потенциала ННГУ за счет формирования у обучающихся инженерных компетенций, востребованных индустриальными партнерами университета. Ключевые приоритеты и направления образовательной политики ПИШ заключаются в формировании у студентов прикладных инженерных компетенций и получения обучающимися навыков реальной практической работы, необходимого для закрепления теоретических основ. Это будет реализовываться за счет следующих мероприятий: создания системы отбора перспективных абитуриентов, имеющих навыки и/или склонность к инженерной работе, в том числе системы их мотивации для дальнейшего обучения в рамках ПИШ ННГУ; реализации проектного метода обучения студентов младших курсов в рамках программ производственной практики, в том числе путем решения «кейсов», представляющих собой типовые инженерные и научно-практические задачи, сформированных при участии индустриальных партнеров ПИШ; организации работы системы прохождения студентами, осваивающими программы "технологической магистратуры", практик и (или) стажировок вне рамок образовательного процесса, в том числе в формате работы с наставниками, за счет предоставленного гранта

(система студенческих грантов ПИШ); организации работы системы обучения инженеров высокотехнологичных компаний по программам дополнительного профессионального образования; разработки и внедрения системы последипломной специализации выпускников ПИШ в высокотехнологичных компаниях (интернатура ПИШ); разработки и внедрения системы довузовской подготовки кадров для ПИШ в партнерстве с высокотехнологичными компаниями. В основе системы прохождения студентами ПИШ, осваивающими программы "технологической магистратуры", практик и (или) стажировок вне рамок образовательного процесса будет лежать конкурсный подход предоставления студентам ПИШ грантов на обучение, прохождение внеучебных практик и/или стажировок. Гранты будут распределяться между обучающимися, имеющими достижения в профессиональной области, на основании конкурсного отбора (состав конкурсной комиссии в рамках проведения конкурсного отбора будет включать представителей высокотехнологичных компаний). Средства предоставляемого гранта могут быть направлены на покрытие сопутствующих расходов обучающихся, участвующих в практике и/или стажировках, а также на оплату расходов, связанных с работой наставников. Практики и/или стажировки будут реализовываться при поддержке и участии высокотехнологичных компаний. В рамках программы развития ПИШ планируется создание следующих уровней обучения студентов: довузовская подготовка, направленная на абитуриентов со склонностью к инженерной работе, для отбора которых будут использоваться различные конкурсы инженерного профиля, хакатоны и олимпиады научно-технического профиля, в том числе конкурсы и олимпиады НТИ, а также на выпускников Нижегородского кванториума и выпускников профильных технических колледжей Нижнего Новгорода и Нижегородской области; «прикладной бакалавриат», отличительной особенностью которого является широкая фундаментальная подготовка, необходимая для формирования базы знаний, ранее начало практической (научной) работы и дополнительные профессиональные компетенции, перечень которых формируется в рамках индивидуального обучения или факультативов в соответствии с запросом индустриальных партнеров; «прикладная (технологическая) магистратура», которая реализуется на базе проектов НИОКР при поддержке и участии высокотехнологичных компаний и отличительной особенностью которой является углубленная индивидуальная практическая подготовка; послевузовское обучение, основными элементами которого является методическое и финансовое сопровождение адаптации выпускников ПИШ на предприятии-партнере (интернатура ПИШ), программы стажировок, ДПО и программы повышения квалификации, реализуемые на базе факультета повышения квалификации ННГУ совместно с индустриальными партнерами ПИШ. В рамках этой системы планируется применять следующие формы работы: «инженерный конкурс»: элемент довузовской образовательной программы, направленной на отбор перспективных абитуриентов со склонностью к практической работе; «производственная практика»: часть образовательной программы или отдельных компонентов этой программы (дисциплин, модулей и пр.), организованная в форме практической подготовки, которая будет включать в себя различные уровни освоения профессиональных компетенций: учебная практика, инженерно-технологическая практика, преддипломная практика; «стажировка»: в отличие от практики участие в программе стажировки будет являться добровольным процессом формирования и закрепления в рамках реализации практических заданий (функций)

профессиональных знаний и умений, ранее полученных обучающимся в результате теоретической подготовки; «наставничество»: универсальная технология передачи опыта, знаний, формирования навыков, компетенций и ценностей через неформальное взаимообогащающее общение, основанное на доверии и партнерстве, между обучающимся и специалистом-наставником. Таким образом, выстроенная в ПИШ система обучения будет эффективно совмещать в себе процессный и проектный подходы, обеспечивая подготовку высококвалифицированных инженерных кадров различной специализации.

Для повышения качества и количества абитуриентов, поступающих в ПИШ ННГУ, будет создана система привлечения («хантинга») абитуриентов, ориентированная не только на выпускников школ Нижнего Новгорода и Нижегородской области, но и на выпускников соседних областей (Владимирская обл., Кировская обл., Мордовия и др.). Будет разработана программа привлечения в ПИШ высококвалифицированных специалистов нижегородского региона и других регионов страны. Будет создана программа кадрового резерва ПИШ, направленная на привлечение перспективных молодых сотрудников к административно-управленческой работе в ПИШ.

Одной из основных задач ПИШ является разработка и внедрение новых дополнительных профессиональных программ по актуальным научно-технологическим направлениям и "сквозным" цифровым технологиям, обеспеченных интерактивными комплексами опережающей подготовки. Основная задача курсов - приобретение обучающимися практических навыков решения инженерных и производственных задач. Будут предусмотрены часы для самостоятельной отработки полученных знаний с обязательным контролем усвоения материала преподавателем. Будут проводиться «FAB-туры» для знакомства с реальной работой ведущих предприятий, а также встречи с ведущими учеными вуза. Перечень новых образовательных программ высшего образования: «Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации» (специалитет); «Информационные технологии в системах космической связи (бакалавриат)»; «Информационные технологии в системах космической связи и дистанционного зондирования Земли» (магистратура); «Оптоэлектроника и радиофотоника» (бакалавриат); «Новые полупроводниковые технологии» (магистратура); «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники» (бакалавриат); «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники» (магистратура); «Химическая технология для микроэлектроники» (магистратура). Всего будет создано не менее 16 программ ДПО, реализуемых совместно с индустриальными партнерами, в том числе программы «Помехозащищенность современных радиолокационных систем»; «Автоматизированные системы управления радиолокационными комплексами»; «Конструирование и технология производства специальных радиотехнических систем»; «Современные методы цифровой обработки сигналов»; «Современные системы цифровой связи»; «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»; «Современные технологии физико-химического аналитического контроля»; «Лаборант химического анализа 4 разряда», «Вакуумные технологии в микроэлектронике» и др.

#### **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
Новая магистерская программа "Химическая технология для микроэлектроники"	Химия	Магистратура	01.09.2023	31.12.2030	НПП САЛЮТ АО ФНПЦ НИИИС ИМ.Ю.Е.СЕДАКОВА ФГУП ПОЛИКЕТОН ООО СИНОР ООО
Новая специализация "Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации"	Электроника, радиотехника и системы связи	Специалитет	01.09.2023	31.12.2030	ФНПЦНИИРТ АО КОРПОРАЦИЯ КОМЕТА АО ННПО ИМЕНИ М. В. ФРУНЗЕ АО ВРЕМЯ-Ч АО
Новый профиль "Информационные технологии в системах космической связи"	Информатика и вычислительная техника	Бакалавриат	01.09.2023	31.12.2030	ИСС АО
Новый профиль «Радиофотоника и оптоэлектроника»	Электроника, радиотехника и системы связи	Бакалавриат	01.09.2023	31.12.2030	НПП САЛЮТ АО
Новая магистерская программа «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»	Информатика и вычислительная техника	Магистратура	01.09.2023	31.12.2030	НЗ 70-ЛЕТИЯ ПОБЕДЫ АО ГРИНАТОМ АО
Новая магистерская программа "Информационные технологии в системах космической связи и дистанционного зондирования Земли"	Информатика и вычислительная техника	Магистратура	01.09.2024	31.12.2030	ИСС АО
Новая магистерская программа «Новые полупроводниковые технологии»	Электроника, радиотехника и системы связи	Магистратура	01.09.2023	31.12.2030	НПП САЛЮТ АО
Новый профиль «Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»	Информатика и вычислительная техника	Бакалавриат	01.09.2022	31.12.2030	ПРИМА ООО НПП

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

В основе системы прохождения студентами ПИШ, осваивающими программы "технологической магистратуры", практик и (или) стажировок вне рамок образовательного процесса, будет лежать конкурсный подход предоставления студентам ПИШ грантов на обучение, прохождение внеучебных практик и/или стажировок. Гранты будут

распределяются между обучающимися, имеющими достижения в профессиональной области, на основании конкурсного отбора проводимого дирекцией ПИШ (состав конкурсной комиссии в рамках проведения конкурсного отбора будет включать представителей высокотехнологичных компаний). Средства предоставляемого гранта могут быть направлены на покрытие сопутствующих расходов обучающихся, участвующих практике и/или стажировках, а также на оплату расходов, связанных с работой наставников. Практики и/или стажировки будут реализовываться на базе проектов НИОКР, реализуемых ПИШ при поддержке и участии высокотехнологичных компаний. В рамках этой системы планируется применять следующие формы обучения студентов: «технологическая магистратура»: программа магистратуры технологического профиля, которая реализуется на базе проектов НИОКР при поддержке и участии высокотехнологичных компаний; «практика»: часть образовательной программы или отдельных компонентов этой программы (дисциплин, модулей и пр.), организованная в форме практической подготовки; «стажировка»: в отличие от практики участие в программе стажировки будет являться добровольным процессом формирования и закрепления в рамках реализации практических заданий (функций) профессиональных знаний и умений, ранее полученных обучающимся в результате теоретической подготовки; «наставничество»: универсальная технология передачи опыта, знаний, формирования навыков, компетенций и ценностей через неформальное взаимообогащающее общение, основанное на доверии и партнерстве, между обучающимся и специалистом-наставником.

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

Для обучения в ПИШ ННГУ, в соответствии с формируемыми уровнями обучения (см. п. 4.3), будет предусмотрено три типа отбора, среди следующих категорий кандидатов: 1) Поступающие на первый курс программы прикладного бакалавриата. Кандидаты должны иметь высокий уровень мотивации для прохождения дальнейшего обучения, а также необходимые склонности и/или навыки практической работы. Предпочтение будет отдано выпускникам Нижегородского кванториума, профильных технических колледжей Нижнего Новгорода и Нижегородской области, обучающимся в технологических кружках, победителям конкурсов и олимпиад инженерного профиля, в том числе организуемым ПИШ. В течение первого года работы ПИШ будет сформирована система отбора перспективных абитуриентов, которая будет внедрена со следующего учебного года. Студенты, направляемые индустриальным партнером на обучение в ПИШ в рамках программы целевого обучения, будут зачисляться на основании результатов ЕГЭ. 2) Студенты 3-го курса бакалавриата, переходящие на обучение в ПИШ, на программу прикладного бакалавриата, с базовых факультетов и институтов ННГУ, а также подразделений других университетов Нижнего Новгорода и Нижегородской области (НГТУ им. Р.Е. Алексеева, СарФТИ и др.). 3) Поступающие на программу прикладной магистратуры. Для отбора кандидатов будут проводиться собеседования, в рамках которых будут выяснены качества и компетенции абитуриентов. «Short-list» абитуриентов будет разделён на «практически-ориентированных» и «теоретически-ориентированных». Кандидатам может быть предложено пройти краткосрочную стажировку в одном из отделений ПИШ, которая позволит выявить реальный уровень мотивации и профессиональных компетенций

соискателя. Первая часть абитуриентов будет обучаться по программе с углубленным изучением моделирования и автоматизации технологических процессов, вторая - по программе с углубленным изучением проектирования, монтажа и операторской поддержки производственных мощностей. Детально система отбора студентов бакалавриата и магистратуры для продолжения обучения в ПИШ будет разработана в течение первого года.

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

Целями политики ПИШ по трудоустройству является содействие приобретению выпускниками необходимого уровня профессиональных компетенций и навыка практической работы, формирование системы мотивации для продолжения работы на предприятиях реального сектора экономики (партнерах ПИШ), создание условий для дальнейшего профессионального роста, которые позволяют обеспечить высокий уровень конкурентоспособности выпускников ПИШ в высокотехнологичных областях экономики, повышение участия в научно-техническом, социальном, экономическом и культурном развитии Нижегородской области и России. Деятельность по трудоустройству выпускников ПИШ будет проводиться в интересах высокотехнологичных компаний-партнеров ННГУ (см. Приложение 4) и в тесном сотрудничестве с Центром карьеры ННГУ, который имеет большой практический задел в этой сфере. Деятельность по профессиональной ориентации, трудоустройству и профессионально-карьерной реализации студентов ПИШ будет ориентирована на непрерывность профессионального образования и охватывает все ступени образования в ПИШ. Работа по профориентации, трудоустройству и профессионально-карьерной реализации студентов ПИШ будет организована на принципах информационной открытости, доступности каждому студенту информации об условиях и перспективах его трудоустройства и потенциального работодателя. Центром прямых постоянных коммуникаций ПИШ, ключевых работодателей, научно-производственных объединений, студентов и выпускников – единая виртуальная информационная среда (ВИС) ПИШ. Концепция ВИС в области трудоустройства – коммуникационная площадка студентов и работодателей – будет реализована в виде функционала, позволяющего построить диалог между этими группами на сайте. С целью подготовки у выпускников компетенций, востребованных на рынке труда, и оказания содействия трудоустройству ПИШ будет разрабатывать и внедрять комплексную программу профнавигации. Программа включает тренинги и мастер-классы, презентации компаний, экскурсии в организации, форсайт-сессии и будет нацелена на решение следующих задач: установление и развитие прямых связей с предприятиями (работодателями), расширение возможностей для совместного решения задачи эффективного трудоустройства выпускников; изучение регионального рынка труда, выявление тенденций его развития; информационную поддержку студентов и выпускников по вопросам трудоустройства; обобщение и распространение лучших практик по трудоустройству. В рамках реализации образовательной программы ПИШ будут заключены договора о прохождении практик со всеми индустриальными партнерами, а также сформированы долгосрочные предложения (планы) по трудоустройству выпускников на предприятиях индустриальных партнеров. Для выпускников ПИШ, продемонстрировавших очень высокий уровень научной подготовки и принимающих активное участие в реализации научных проектов ПИШ, будет сформирован пул предложений по трудоустройству в научно-

исследовательских институтах ННГУ (НИФТИ, НИРФИ, НИИ механики и др.). Для выпускников ПИШ, демонстрирующих склонность к технологическому предпринимательству, Центром инновационного развития ННГУ будет сформирован перечень предложений по организации технологических стартапов, включающая их поддержку из внешних источников.

#### **4.4. Кадровая политика**

В настоящее время кадровый потенциал ННГУ составляет 1348 НПР, средний возраст 48 лет. 1122 сотрудников относится к ППС, 17,1% совмещает образовательную и научную деятельность. Процент остепенённости коллектива 73,5%. Развитие кадрового потенциала в последние годы связано с расширением спектра образовательных программ и привлечением сторонних специалистов (до 5% в год), а также обновлением ППС за счет собственных выпускников (2-3% в год). Приоритетом кадровой политики ПИШ ННГУ станет создание благоприятных условий сохранения и развития человеческого капитала.

Основными источниками воспроизводства кадров для ПИШ будут базовые факультеты и институты ННГУ, нижегородские институты РАН, а также предприятия-партнеры ПИШ. Важным элементом культивирования кадров будет система повышения квалификации и стажировок сотрудников ПИШ в ведущих инженерных центрах страны. Будет сформирована система мотивации преподавателей ПИШ к непрерывному повышению квалификации и профессиональной переподготовки, включающая меры финансового и нефинансового стимулирования. Созданная система будет являться элементом конкурсного отбора лучших преподавателей ННГУ для проведения занятий с обучающимися ПИШ, а также элементом оценки эффективности их работы с использованием балльно-рейтинговой системы. Для привлечения ведущих инженеров (технических специалистов) к преподавательской работе будет создана многоуровневая система мотивации, предусматривающая различные формы стимулирования для специалистов, уже работающих в ННГУ, специалистов университетов и институтов РАН Нижнего Новгорода. Система и порядок привлечения инженеров с предприятий индустриальных партнеров будут согласованы с их руководством и будут носить индивидуальный характер (служебные командировки от предприятий, административный отпуск с компенсацией затрат со стороны ННГУ, система гражданско-правовых договоров и др.). Реализация кадровой политики позволит ПИШ ННГУ ликвидировать имеющийся на предприятиях недостаток высококвалифицированных специалистов инженерного профиля, создать условия для дальнейшего инновационного развития ННГУ, являющегося «точкой сборки» консорциумов с институтами РАН и ведущими промышленными предприятиями, а также содействовать достижению Национальных целей развития Российской Федерации до 2030 года (национальная цель «Возможности для самореализации и развития талантов», целевые показатели «Формирование эффективной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи, основанной на принципах справедливости, всеобщности и направленной на самоопределение и профессиональную ориентацию всех обучающихся» и «Обеспечение присутствия Российской Федерации в числе десяти ведущих стран мира по объему научных исследований и разработок, в том числе за счет создания эффективной системы высшего образования»).

#### **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**

Факультет повышения квалификации ННГУ имеет большой опыт реализации программ повышения квалификации и ДПО, в том числе - для специалистов промышленных предприятий. В настоящее время ФПК реализует образовательные программы по широкому кругу направлений – от английского языка и Веб-дизайна, предназначенных для массовой подготовки, до специализированных курсов «Информационная безопасность», «Проектирование и разработка баз данных», «Машинное обучение и анализ данных», «Защита интеллектуальной собственности и патентование», «Инструментальные методы анализа в химии», «Современные технологии производства и аналитического контроля» и др. Программы повышения квалификации реализуют в офлайн и онлайн форматах, в том числе с использованием информационной платформы ННГУ (<https://e-learning.unn.ru/>). ФПК ННГУ будет координатором программ повышения квалификации и программ ДПО, которые разрабатываются и внедряются ПИШ ННГУ.

В настоящее время в ННГУ есть задел по проведению программы повышения квалификации по тематике ПИШ объемом 72 часа по теме "Современные методы цифровой обработки данных". Программа может быть использована для ППС передовых инженерных школ и образовательных организаций высшего образования, реализующих образовательные программы инженерного профиля в области информационных технологий в системах связи. Программа включает в себя как лекционный материал, так и лабораторные работы по современным системам многоканальной обработки информации. В рамках ФПК ННГУ будут созданы специальные курсы повышения квалификации и профессиональной переподготовки по специальности «Специальные радиотехнические системы» по основным типам деятельности: научно-исследовательской, организационно- управленческой и проектной. Для управленческих команд передовых инженерных школ и образовательных организаций высшего образования будут даны представления об особенностях организации и управления производством высокотехнологичных компаний радиоэлектронной промышленности Нижегородского региона; особенностях планирования и реализации проектов выполняемых по государственному оборонному заказу (ГОЗ); об этапах выполнения и основной нормативной документации, разрабатываемой в рамках НИР, ОКР и постановки на производство серийных изделий. Для ППС будет дана возможность познакомиться с современными РЛС, основными принципами их работы, проектирования и эксплуатации.

Каждое из отделений ПИШ будет реализовывать набор (от 2 до 3 программ ДПО и/или курсов повышения квалификации) в интересах индустриальных партнеров. Например, начиная с 2025 года отделением радиофотоники и оптоэлектроники ПИШ ННГУ для

специалистов компании Т8 (Москва), НИИИС и НПП «Салют» будут разработаны и внедрены программы повышения квалификации по передовым направлениям оптоэлектроники, спинтроники и радиофотоники, в том числе по технологиям создания оптоэлектронных и радиофотонных изделий для перспективных систем космической связи и радиолокационных систем, оптоволоконных линий связи, сетей мобильной связи 4-го и 5-го поколений, космической межспутниковой связи, а также для современных радиолокационных систем. Это позволит предприятиями подготовить инженеров для разрабатываемых радиофотонных систем, которые являются основой телекоммуникационной инфраструктуры цифровой экономики, а также инженеров-конструкторов радиофотонных приборов для современных радиолокационных систем военного назначения. Отметим, что подготовленные специалисты, разрабатывающие и эксплуатирующие радиофотонные системы, которые крайне востребованы в текущих условиях международной конкуренции и конфликтности, смогут решать задачи импортозамещения в критически важных областях отечественной информационной инфраструктуры. Кроме этого, начиная с 2024-2025 г. для специалистов широкого профиля, специализирующихся в области микроэлектроники, отделением радиофотоники и оптоэлектроники будет разработана и внедрена программа ДПО «Вакуумные технологии в микроэлектронике».

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

Одной из ключевых задач ПИШ является создание и внедрение в учебный процесс новых специальных образовательных пространств (СОП). В интересах высокотехнологичных компаний-партнеров ННГУ (см. Приложение 4) планируется работа по созданию новых СОП: учебно-лабораторные комплексы «Радиолокация и радионавигация»; «Дальняя связь»; «Мобильные системы связи»; «Лаборатория распределенных вычислений»; «Лаборатория систем связи»; «Радиофотоника и оптоэлектроника»; «Рентгеновская литография»; «Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств (на базе ПП ЛОГОС)»; «Химическая технология для микроэлектроники». Создаваемые СОП будут оснащены современным исследовательским и технологическим оборудованием, позволяющим формировать у обучающихся профессиональные прикладные компетенции. Новые СОП, некоторые из которых являются полноценными студенческими КБ и Fab-Lab'ами, будут тесно интегрированы в научно-исследовательские и технологические лаборатории ННГУ, выполняющие НИОКР в интересах промышленных партнеров.

**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 составе учебно-лабораторного комплекса «Радиолокация и радионавигация» планируется

создание ситуационного центра радиолокационного мониторинга и связи, а также специализированной лаборатории-полигона (U-полигон), оснащенной современным высокотехнологичным оборудованием: учебно- исследовательскими радиолокационными станциями, специализированными «кибер-физическими» стендами (интеллектуальными имитаторами сигнально- помеховой обстановки) с высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным прикладным программным обеспечением. Для проведения экспериментальных работ по обнаружению радиолокационными станциями реальных воздушных объектов будут привлекаться летные средства: беспилотные летательные аппараты и учебно-спортивные самолеты (в партнерстве с ННИИРТ, ДОСААФ России Нижегородской области, ООО «Нижегородское авиационное общество»). Будет создан специализированный– учебный испытательный центр, оснащенный стендами для испытаний радиоэлектронной аппаратуры при воздействии внешних факторов и ионизирующих излучений (в партнёрстве с КБ «Квазар» и НПП «Салют»). Планируется создание специализированной лаборатории по радиофизическим измерениям и метрологии (совместно с КБ «Квазар» и ННПО им. М.В. Фрунзе). Учебно-лабораторный комплекс «Дальняя связь» будет создан на базе отделов и экспериментально-опытных баз НИРФИ. В состав комплекса будут входить: учебно-исследовательская лаборатория «Наклонное и вертикальное зондирование ионосферы», учебно- исследовательская лаборатория «ДКМВ радиосвязь», учебно-экспериментальная лаборатория «Васильсурск» для отработки методик диагностики и воздействия на ДКМВ радиоканалы и обучения специалистов, экспериментальная лаборатория «Старая Пустынь» для отработки методов ультранизкочастотного радиозондирования природных сред. В составе учебно-лабораторного комплекса «Мобильные системы связи» планируется создание двух специализированных лабораторий: по проектированию перспективных систем цифровой радиосвязи, изготовлению прототипов устройств и систем мобильной радиосвязи в диапазоне частот от 1-90 ГГц; по моделированию систем мобильной радиосвязи и разработке новых алгоритмов обработки сигналов в системах связи 5-го и 6-го поколений. В составе учебно-лабораторного комплекса «Лаборатория распределенных вычислений» войдут учебный класс, оборудованный высокопроизводительным серверным кластером и персональными станциями для разработки и исследования методов и технологий управления распределенными системами обработки информации, разработки методов принятия решений с применением распределенных вычислений и проектированием высоконадежных систем реального времени, для применения распределенных вычислений в задачах обработки данных дистанционного зондирования Земли. В составе комплекса «Лаборатория систем связи» планируется создание нового образовательного пространства, оборудованного современным радиоизмерительными приборами для моделирования и исследования элементов систем космической связи и отработки протоколов систем связи, для изучения спутниковых и наземных систем радиосвязи, изучения средств спутниковой связи для обмена сообщениями между абонентами системы. В составе комплекса «Радиофотоника и оптоэлектроника» при поддержке компании Т8, а также НПП «Салют» и НИИИС планируется создание двух специальных образовательных пространств, работающих в формате студенческого КБ, оснащенных современными установками для нанесения тонкопленочных полупроводниковых структур и их охарактеризования. В составе

учебно- лабораторного комплекса «Рентгеновская литография» планируется создание лабораторий: «Технологии формирования наноструктур методом рентгеновской литографии» и «Методов характеристики размерных параметров наноструктур». Для обеспечения учебного процесса по направлениям проектирования и автоматизации производства изделий микроэлектроники в составе учебно-лабораторного комплекса «Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств» будет создан учебный класс, оснащенный современным высокотехнологичным оборудованием. С рабочих станций учебного класса будет организован доступ к вычислительному центру коллективного пользования РФЯЦ-ВНИИЭФ. На площадях НИИИС с участием сотрудников ПИШ будут созданы лабораторные комплексы: «Физическое проектирование и верификация цифровых и аналого-цифровых интегральных схем с микронными и субмикронными топологическими нормами», «Моделирование, планирование и оперативное управление кристалльным производством», представляющие собой цифровые двойники, позволяющие осуществлять научно-исследовательскую работу в области проектирования и автоматизации производства изделий микроэлектроники. В составе учебно-лабораторного комплекса «Химическая технология для микроэлектроники» планируется создание следующих лабораторий: «Лаборатория инженерной химии» для развития фундаментальных основ и прикладных аспектов инновационных технологий в рамках задач получения веществ и материалов для электронной и химической промышленности; инженеринговая лаборатория получения высокочистых веществ и материалов с опытными образцами производственного оборудования для получения высокочистых веществ и материалов с автоматизированными системами управления и современным промышленным дизайном; интерактивный комплекс промышленной автоматизации и моделирования технологических процессов и создания цифровых двойников на базе программы моделирования процессов ASPEN Plus; опытное производство малотоннажных высокочистых веществ и материалов на базе разработок ПИШ и ведущих лабораторий ННГУ.

## **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)**

Целью создаваемого партнёрства с высокотехнологическими компаниями является формирование совместных исследовательских и преподавательских коллективов для реализации новых программ подготовки инженерных кадров, специализированных для каждой компании, а также формирование и выполнение прикладных научных исследований по направлениям деятельности ПИШ актуальным для компаний-партнеров. Задачами партнерства с высокотехнологическими компаниями является развитие имеющихся и формирование новых прикладных научных направлений в рамках Программы развития ПИШ; экспертиза передовых научных достижений с точки зрения применения их в промышленном производстве; расширение научно исследовательской и инновационной инфраструктуры образовательной базы и предоставление возможностей для ее использования всех компаний-партнеров; переподготовка и повышение квалификации сотрудников ННГУ и сотрудников высокотехнологических компаний; участие сотрудников высокотехнологических компаний в основных образовательных программах; формирование системы целевой аспирантуры; проведение мероприятий по закреплению молодых исследователей в компаниях-партнерах и привлечению студентов к инженерной деятельности; рекрутинг наиболее успешных абитуриентов и выпускников бакалавриата; организация совместных магистерских программ. В рамках Программы развития ПИШ будет осуществляться взаимодействие со следующими высокотехнологическими компаниями: АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнева (Роскосмос); РФЯЦ-ВНИИЭФ и его филиалом НИИС им. Ю.Е. Седакова (Росатом); ФНПЦ «ННИИРТ» (Алмаз-Антей); АО «Нижегородский завод 70-летия Победы» (Алмаз-Антей); «КБ «Квазар» (Алмаз-Антей); НПП «Салют» (Ростех); АО «Время-Ч»; ННПО имени М.В. Фрунзе; НПП «ПРИМА»; АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина»; НПП «Полет». Роль АО «ИСС» им. Академика М.Ф. Решетнева заключается в экспертной поддержке и развитии НП «Разработка макета каналобразующей аппаратуры широкополосного канала межспутниковой связи сверхвысоких диапазонов частот для многоспутниковых систем связи и дистанционного зондирования Земли», содействии в разработке и создании СОП «Лаборатория распределенных вычислений», формировании совместного преподавательского коллектива для ОП «Информационные технологии в системах космической связи» и осуществлении софинансирования настоящей программы. Филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ НИИС им. Ю.Е. Седакова сформирует с ННГУ совместные научно-исследовательские коллективы по следующим направлениям: «Оптоэлектроника и радиофотоника для перспективных систем космической связи и радиолокационных систем», «Построение математических моделей, разработка алгоритмов и программная реализация процессов физического проектирования и планирования изготовления изделий

микроэлектроники», «Разработка технологий получения высокочистых функциональных материалов для электронной промышленности», а также обеспечит софинансирование указанных направлений. Планируется, что ежегодно не менее 5 человек от предприятия будут слушателями программы ДПО. Коллектив НИИИС также примет участие в формировании СОП по направлению «Радиофотоника и оптоэлектроника». ФНПЦ ННИИРТ создаст с ННГУ совместную научно-исследовательскую группу по тематике «Интеллектуальные системы контроля воздушного пространства». Роль ННИИРТ будет заключаться в формировании и экспертизе прикладных научных исследований ННГУ по данной тематике, в развитии ОП «Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации», в создании и консультировании по внедрению в образовательный процесс СОП «Учебно-исследовательский ситуационный центр радиолокационного мониторинга и связи». Ежегодно не менее 7 человек от предприятия будут слушателями программы ДПО. Роль КБ «Квазар» будет заключаться в консультировании и экспертизе по выполнению НП «Интеллектуальные системы контроля воздушного пространства» и созданию СОП «Учебно-исследовательский ситуационный центр радиолокационного мониторинга и связи». АО «Время-Ч» будет вести совместные с отделением радиолокации и радиосвязи ПИШ работы в расположенной на территории ННГУ

«Лаборатории перспективных квантовых стандартов частоты и систем точного времени». Будут подготовлены учебные материалы и программы стажировки студентов, предполагающие последующее трудоустройство. О «Нижегородский завод 70-летия Победы» предоставит ПИШ свой учебный центр, расположенный на территории завода, для подготовки радиоинженеров. АО «НПП «Салют» сформирует две научно-исследовательские группы для работы с ННГУ по НП «Оптоэлектроника и радиофотоника для перспективных систем космической связи и радиолокационных систем» и «Разработка технологий получения высокочистых функциональных материалов для электронной промышленности». Предприятие обеспечит поддержку при создании и внедрении в учебный процесс СОП «Инжиниринговый центр получения высокочистых веществ и материалов» и СОП «Радиофотоника и оптоэлектроника». АО «ННПО имени М.В. Фрунзе» обеспечит консультационную поддержку и изготовление лабораторных образцов в рамках НП «Интеллектуальные системы контроля воздушного пространства». Производители современных систем авиационной связи НПП «ПРИМА» и НПП «Полет» создадут совместные с ННГУ научно-исследовательские коллективы в области современных беспроводных систем радиосвязи для выполнения НП «Методы и технологии дальней радиосвязи с пассивной и активной адаптацией». Целью создаваемого партнёрства с образовательными организациями высшего образования является формирование новых сетевых образовательных программ опережающей подготовки инженерных кадров и формирование междисциплинарных исследовательских коллективов для реализации прорывных научных исследований по направлениям деятельности ПИШ. Задачами партнерства с образовательными организациями являются расширение научно-исследовательской и инновационной инфраструктуры образовательной базы и предоставление возможностей для ее использования всех организаций-партнеров; переподготовка и повышение квалификации сотрудников ННГУ и организаций-партнеров;

разработка и внедрение сетевых магистерских и аспирантских программ, участие в основных образовательных программах; создание индивидуальной образовательной траектории обучающихся в организациях-партнерах. Партнерство будет организовано по принципу территориальной близости и наличия инженерных направлений подготовки по профилю ПИШ. Предполагаемые участники: Нижегородский государственный технический университет, Владимирский государственный университет, Ярославский государственный университет, Чувашский государственный университет, Поволжский государственный технологический университет (Йошкар-Ола), Вятский государственный университет. Первым этапом развития партнерства (2022-2025 гг.) является укрепление связей с целью реализации совместных прикладных, образовательных и научных проектов. Инфраструктурные преобразования будут направлены прежде всего на развитие базы ПИШ ННГУ, а также на создание единой инфраструктуры и новых образовательных пространств, доступных всем членам партнерства. Объединение методической и материально-технической базы в рамках создаваемого партнерства позволит не только получить прикладные научные результаты, актуальные для высокотехнологических компаний, но и станет серьезным шагом в развитии диагональных научных связей и трансфера результатов исследований в прикладные технологические решения с высоким уровнем технологической готовности (УГТ). Образовательные усилия будут реализованы в направлении разработки и совместной реализации основных образовательных программ на всех уровнях подготовки (бакалавриат, магистратура, аспирантура, специалитет, ординатура, привлечение ведущих ученых к руководству курсовыми и дипломными работами, целевая аспирантура) и программ дополнительного образования. Для реализации новых образовательных траекторий и индивидуализации образования будет проведена модернизация части образовательных программ (разработка блочной магистратуры, применение онлайн форм образования). Развитие партнерства и привлечение интеллектуальных ресурсов его членов будут способствовать быстрому развитию образовательных программ и углублению компетенций молодых исследователей и преподавателей (прежде всего за счет развития системы академической мобильности). Расширение межинституциональных связей на первом этапе приведет к появлению большого количества пересечений между научными повестками НП и высокотехнологических компаний, вовлечению новых членов и в итоге созданию мультидисциплинарной сети межотраслевых взаимодействий (2025 г.), направленных на решение задач достижения национального превосходства в области систем связи, радиолокации и радионавигации (2030 г.). Для повышения эффективности программы ПИШ, в состав экспертного совета ПИШ войдут представители индустриальных партнеров, в зону ответственности которых, в том числе, будет входить независимая оценка качества реализуемых прикладных, научных и образовательных проектов, а также экспертиза новых НИОКР и программ повышения квалификации, которые будут реализовываться ПИШ ННГУ.

## **5.2. Структура ключевых партнерств**

Основными партнерами создания ПИШ ННГУ по направлению радиолокации будут следующие высокотехнологические компании крупных концернов и госкорпораций: предприятия Концерна ВКО «Алмаз-Антей» ННИИРТ, завод 70-летия Победы, Правдинский

радиозавод, «КБ Квазар»; предприятия ГК Росатом РФЯЦ-ВНИИЭФ и НИИИС им. Ю.Е. Седакова (филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ); предприятия ГК «Ростех»:НПЦ «Салют» и ННПО им. М.В. Фрунзе; а также Арзамасский приборостроительный завод. Основными научными и промышленными партнерами ПИШ по направлению радиосвязи будут следующие высокотехнологичные компании, расположенные в Нижнем Новгороде. НПП

«Полет» – один из ведущих российских разработчиков аппаратуры авиационной радиосвязи военного и гражданского назначения. НПП «Прима» - один из ведущих российских разработчиков и производителей аппаратуры радиосвязи. Основные виды продукции: авиационные бортовые и наземные комплексы связи; радиостанции ДКМВ, МВ, ДМВ диапазонов; модули связи и передачи данных; аппаратура речевого оповещения; аппаратура внутренней связи и коммутации; бортовые и наземные антенны; радионавигационная аппаратура; аппаратура радиопеленгации; бортовые терминалы спутниковой системы контроля местоположения; аппаратура беспроводной связи. Основным партнером ПИШ по системам синхронизации и эталонам времени будет АО «Время-Ч», мировой лидер в разработке и производстве квантовых водородных стандартов частоты и времени. Основу коллектива разработчиков предприятия составляют выпускники радиофизического факультета ННГУ. Основным партнером отделения «Космическая связь» станут АО «ИСС им. академика М.Ф. Решетнева» (Роскосмос), один из ключевых отечественных разработчиков и производителей спутников связи, телевидения, навигации и геодезии. В настоящее время в ИСС (<http://www.iss-reshetnev.ru/>) работает более 8 тыс. сотрудников, а сам ИСС является разработчиком и производителем ~2/3 всех спутников, входящих в российскую орбитальную группировку. Ключевыми промышленными партнерами отделения ПИШ «Радиофотоника и оптоэлектроника» станут компания «Т8» (<https://t8.ru/>), один из ведущих разработчиков и производителей волоконно-оптических систем связи в Российской Федерации, НИИИС им. Ю.Е. Седакова (<https://www.niis.nnov.ru/>) и НПП "Салют" (<https://nppsalut.ru/>). Предприятия выступят в качестве промышленных партнеров и производственных площадок для организации серийного выпуска оптоэлектронных и радиодетонных компонентов. Среди образовательных организаций высшего образования (технических университетов) ключевыми партнерами будут Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых и Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова. НГТУ им. Р.Е. Алексеева является признанным центром подготовки инженерных кадров. Образовательная и исследовательская деятельность в области радиолокации и микроэлектроники ведется на базе учебно-научного института радиоэлектроники и информационных технологий, имеющего тесные связи с ННГУ, ВлГУ и высокотехнологичными предприятиями страны. ВлГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых – крупнейший вуз Владимирской области. Сотрудничество с ВлГУ в области микроэлектроники будет осуществляться на основе консорциума, куда помимо ННГУ входит НГТУ им. Р.Е. Алексеева и НИИИС им. Ю.Е. Седакова. ЧГУ им. И.Н. Ульянова – один из инновационных центров России, ведущий научный и образовательный центр Чувашской республики. Сотрудничество будет организовано с факультетом радиоэлектроники и автоматики и инжиниринговым центром ЧГУ.



**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	1	8	13	15	18	19	21	22	24
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	0	0	18.6	30.3	52.3	63.2	68.4	103.9	109.4
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	0	50	91	131	171	211	251	291	335
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	0	0	21	50	116	346	552	973	1366
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	0	5	9	9	9	9	9	9	9
p6(е)	Отношение внебюджетных средств к объему финансового обеспечения программы развития передовой инженерной школы, предусмотренного на создание передовой инженерной школы в партнерстве с высокотехнологичными компаниями и поддержку указанной программы за счет средств федерального бюджета (не менее 35 процентов в 2022 году, не менее 25 процентов в 2023 году, не менее 20 процентов в 2024 году)	Процент	50	40.9	40.9	40	34	35	35.7	36	36.7
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	350000	600000	850000	1100000	1350000	1600000	1850000	2100000
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	8.3	45.8	50	58.3	70.8	83.3	95.8	108.3	116.7
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	7	16	24	31	39	46	54	61	67

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

Финансовое обеспечение программы развития ПИШ по источникам

№	Источник финансирования	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Средства федерального бюджета	180000	220000	220000	250000	300000	300000	300000	300000	300000
2	Средства субъекта Российской Федерации	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Средства местных бюджетов	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Внебюджетные источники	90000	90000	90000	100000	102000	105000	107000	108000	110000
5	Средства иностранных источников	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Иные средства федерального бюджета	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ИТОГО</b>		<b>270000</b>	<b>310000</b>	<b>310000</b>	<b>350000</b>	<b>402000</b>	<b>405000</b>	<b>407000</b>	<b>408000</b>	<b>410000</b>

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

№	Полное название компании	ИНН
1	Акционерное общество "ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ" ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЁВА"	2452034898
2	Общество с ограниченной ответственностью "НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ПРИМА"	5257013402
3	Общество с ограниченной ответственностью "СИНОР"	5259019738
4	Акционерное общество "НИЖЕГОРОДСКИЙ ЗАВОД 70-ЛЕТИЯ ПОБЕДЫ"	5259113339
5	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР "НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ИМ.Ю.Е.СЕДАКОВА"	5261000011
6	Акционерное общество "ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР "НИЖЕГОРОДСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ"	5261064047
7	Акционерное общество "НИЖЕГОРОДСКОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ИМЕНИ М. В. ФРУНЗЕ"	5261077695
8	Акционерное общество "ВРЕМЯ-Ч"	5262007965
9	Акционерное общество "ГРИНАТОМ"	7706729736
10	Общество с ограниченной ответственностью "Т8"	7718698930
11	Акционерное общество "НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "САЛЮТ"	7720673002
12	Общество с ограниченной ответственностью "ПОЛИКЕТОН"	7723393081
13	Акционерное общество "КОРПОРАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ "КОМЕТА"	7723836671
14	ПРАВИТЕЛЬСТВО НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	5253004358