

# Skoltech

Skolkovo Institute of Science and Technology

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования  
«Сколковский институт науки и технологий»

Утверждено Ученым советом

Сколковского института науки и технологий

Протокол № 82 от 25.05.2023



Директор образовательной программы

Н.А. Гиппиус

## ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Уровень образования

**Магистратура**

Направление подготовки

**03.04.01. Прикладные математика и физика**

Направленность (профиль) программы

**Фотоника и квантовые материалы**

Форма обучения

**Очная**

Идентификатор документа, задачи / ID: 148430 v.1, 47490

**Skoltech**

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ /

The document is signed with a simple electronic signature /

**Москва**

Подписал: сотрудник / Signed: employee

Фортин Клемен, Fortin Clement

**2023 год**

Дата и время подписания / Date and time of signing 06.07.2023 11:27:27 GMT +03:00

Подпись соответствует файлу документа /

The signature corresponds to the document file

## Содержание

1. Характеристика образовательной программы
2. Характеристика профессиональной деятельности выпускников
3. Компетенции выпускника (планируемые результаты освоения образовательной программы)
4. Структура программы
5. Условия реализации программы

### ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Матрица компетенций
2. Описание программы на английском языке

## 1. Характеристика образовательной программы

Цель образовательной программы «Фотоника и квантовые материалы» Сколковского института науки и технологий (Сколтех) – подготовка высококвалифицированных магистров, востребованных на российском и международном рынке труда, специалистов в области исследования и разработки современных высокотехнологичных устройств и материалов для электроники и фотоники, а также овладения современными математическими методами для моделирования таких систем.

Программа реализуется в структурном подразделении Сколтеха «Центр фотоники и фотонных технологий».

Директор программы – д.ф.-м.н., проф. Н.А. Гиппиус.

Координатор программы – к.ф.-м.н., зам. зав. лаб. М. Броссар.

Обучение осуществляется в очной форме. Нормативный срок получения образования – 2 года. Объем образовательной программы - 120 зачетных единиц.

На основании Устава Сколтеха и положения «О языке образования в Сколковском институте науки и технологий», утвержденного приказом Ректора №131/24 от 09.09.2014 года, обучение проводится на английском языке.

К освоению программ магистратуры допускаются лица, имеющие высшее образование любого уровня по одному из направлений (физика, математика, механика). Кандидаты, ранее не проходившие обучения на английском языке, должны подтвердить в процессе отбора высокий уровень владения английским языком.

По результатам освоения образовательной программы выпускникам присваивается квалификация магистр.

Выпускники программы были востребованы в самом широком спектре организаций: научно-исследовательские организации, консалтинговые компании и венчурные фонды. Работодателями для выпускников являются ОАО «Российская венчурная компания», АВВУУ Headquarters, АВВУУ Россия, Группа компаний IBS, Президиум Сибирского отделения РАН, ОАО РКК «Энергия», «IPG Photonics», ОАО «ЭМАльянс», ОАО «ОАК», ГК «Росатом», ЦВТ «ХимРар», ГК «Роснотех», НПО имени С.А. Лавочкина, ЗАО «Хоневелл», Ситроникс и т.д.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности выпускников**

### **2.1. Области профессиональной деятельности**

Профессиональная деятельность выпускников магистратуры по направлению 03.04.01 «Прикладные математика и физика» включает:

- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: фундаментальных и прикладных научно-исследовательских, инновационных и опытно-конструкторских разработок; разработки и внедрения новых технологических процессов производства перспективных материалов (в том числе композитов, нано- и метаматериалов), изделий опто-, микро- и наноэлектроники, разработки и применения электронных приборов и комплексов; мониторинга параметров материалов, состояния сложных технических и живых систем и состояния окружающей среды).

Спецификой профессиональной деятельности выпускников Сколтеха с учетом профиля подготовки является исследование, анализ и моделирование современных устройств и материалов для микро-, нано-электроники и фотоники.

### **2.2 Виды профессиональной деятельности**

В рамках освоения программы магистратуры выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих видов:

- научно-исследовательская,
- инновационная, конструкторско-технологическая и производственно-технологическая.

### **2.3. Задачи профессиональной деятельности**

Выпускники программы в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа, будут готовы решать следующие профессиональные задачи.

#### **Научно-исследовательская деятельность:**

- планирование и проведение научных работ и аналитических исследований в соответствии с утвержденным направлением исследований в предметной области специализации;
- планирование и самостоятельное проведение наблюдений и измерений,
- планирование, постановка и оптимизация проведения экспериментов в предметной области исследований, выбор эффективных методов обработки данных и их реализация;
- определение перспективных направлений научного поиска и информационных

источников для аналитического поиска в избранной для специализации предметной области, эффективный сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов компьютерных и информационных технологий и вычислительной математики;

- планирование и проведение теоретических исследований, разработка новых физических и математических, в том числе компьютерных, моделей изучаемых процессов и явлений, анализ и синтез данных аналитических исследований в предметной области;

- обобщение полученных данных, самостоятельное формирование выводов и подготовка научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований, квалифицированное перенесение полученных результатов научных и аналитических исследований на смежные предметные области;

- планирование и разработка новых методов и технических средств для проведения фундаментальных исследований и выполнения инновационных разработок;

- планирование и разработка новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей;

#### **Инновационная, конструкторско-технологическая и производственно-**

#### **технологическая (в сфере высоких и наукоемких технологий) деятельность:**

- участие в создании новых объектов техники и технологии (в сфере высоких и наукоемких технологий) в качестве одного из ведущих разработчиков;

- участие во внедрении инновационных технологических процессов и объектов новой техники в качестве исполнителя, ответственного за самостоятельный участок работы;

- оптимизация и эффективное использование материалов, оборудования, соответствующих методов математического и физического моделирования производственно-технологических процессов и характеристик технических устройств и объектов, включая использование алгоритмов и программ расчета их параметров;

- разработка новых физических и математических методов испытаний объектов техники и технологии; разработка новых технологических регламентов и их внедрение.

### **3. Компетенции выпускника (планируемые результаты освоения образовательной программы)**

В результате освоения программы магистратуры у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные, профессиональные компетенции.

3.1. Выпускник, освоивший программу магистратуры должен обладать следующими **универсальными компетенциями**:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

3.2. Выпускник, освоивший программу магистратуры должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями**:

ОПК-1. Способен применять фундаментальные и прикладные знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности;

ОПК-2. Способен самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства их разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру (в соответствии с избранным направлением прикладных математики и физики);

ОПК-3. Способен в рамках своей профессиональной деятельности анализировать, выявлять, формализовать и находить решения фундаментальных и прикладных научно-технических, технологических и инновационных задач;

ОПК-4. Способен выбирать цели своей профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск, прогнозировать научные, производственные, технологические и социально-экономические последствия.

3.3. Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими

**профессиональными компетенциями.**

- ПК-1. Способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств.
- ПК-2. Способностью ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание.
- ПК-3. Способностью применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способностью организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива.
- ПК-4. Способностью профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра.

## 4. Структура программы

Структура программ магистратуры включает обязательную часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений (элективную). С целью наиболее эффективного формирования компетенций и баланса обязательной и элективной части образовательная программа организована по модульному принципу и включает пять модулей:

- **Модуль 1. Наука, техника и технологии** (36 з.е.) включает: дисциплины и междисциплинарные курсы для изучения научных и инженерных основ, соответствующих области, объектам и видам профессиональной деятельности выпускников.
- **Модуль 2. Отрасль** (12 з.е.) включает практику по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (производственную практику). Производственная практика проводится в форме проектной работы на предприятии для закрепления знаний и развития навыков технического и инновационного воздействия на соответствующую отрасль производства.
- **Модуль 3. Инновации и предпринимательство** (12 з.е.) включает: курсы для изучения полного инновационного цикла производства продукции – от определения потребностей и оценки возможностей их удовлетворения до эксплуатации с достижением экономического и других эффектов, а также получения начального опыта инновационной деятельности и приобретения соответствующих навыков.
- **Модуль 4. Научно-исследовательская работа и выпускная квалификационная работа** (36 з.е.) включает научно-исследовательскую работу, научно-исследовательский семинар и преддипломную практику с целью консолидации всех полученных результатов обучения: приобретенных знаний, умений и опыта в области научных и инженерных основ. Модуль 4 завершается защитой выпускной квалификационной работы, выполняемой в форме магистерской диссертации.
- **Модуль 5. Индивидуальное обучение** (24 з.е.) включает элективные курсы из каталога курсов по выбору студента.

Подробное соотношение между модулями и структурой ФГОС, между обязательной и элективной частью приведено в таблице 1.

Таблица 1. Структура образовательной программы

Требования Сколтеха		Требования ФГОС 3++			
		Блок 1		Блок 2	Блок 3
		Дисциплины, не менее 24 з.е.		Практики/НИР, не менее 45 з.е.	ГИА, 6-9 з.е.
Модули		Часть, формируемая участниками образовательных отношений (элективы)	Обязательная часть, не менее 20%, 23 з.е.		
1. Наука, техника и технологии	36 з.е.	27	9		
2. Отрасль	12 з.е.			12	
3. Инновации и предпринимательство	12 з.е.	6	6		
4. Научно-исследовательская работа и выпускная квалификационная работа	36 з.е.		9	18	9
5. Индивидуальное обучение по выбору студента	24 з.е.	9		15	
Всего	120 з.е.	42	24	45	9
в том числе, обязательная часть			69		
в том числе, дисциплины		66			

## **5. Условия реализации образовательной программы**

### **5.1. Кадровое обеспечение**

В реализации образовательной программы участвует коллектив педагогических сотрудников, количественный состав и квалификация которых соответствует требованиям ФГОС 3++:

1. Доля педагогических работников Сколтеха и лиц, привлекаемых к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям) в общем числе педагогических работников, реализующих программу магистратуры, ведущих научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля), составляет не менее 70 процентов.

2. Доля педагогических работников Сколтеха, участвующих в реализации программы магистратуры, и лиц, привлекаемых к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям) в общем числе педагогических работников, реализующих программу магистратуры, являющихся руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (иметь стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет), составляет не менее 5 процентов.

3. Доля педагогических работников Сколтеха и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям) в общем числе педагогических работников, реализующих программу магистратуры, имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации), составляет не менее 60 процентов.

4. Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников за период реализации программы магистратуры в расчете на 100 научно-педагогических работников (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям) в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, составляет не менее 2, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования.

### **5.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение**

При реализации образовательной программы используются материальные ресурсы и оборудование, а также информационные и учебно-методические ресурсы, соответствующие требованиям ФГОС 3++:

1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Сколтеха.

3. Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Сколтеха из любой точки, в которой имеется доступ к сети "Интернет", включая доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик.

4. Сколтех обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определен в рабочих программах дисциплин и подлежит обновлению при необходимости).

5. Каждый обучающийся обеспечен неограниченным доступом к электронным библиотечным ресурсам, включающим полнотекстовые документы, информационные справочные системы и современные профессиональные базы данных.

### **5.3. Адаптация программы для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Образовательная программа адаптирована для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены доступом во все здания и помещения института, где создана безбарьерная среда. В учебном процессе используются специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования для инвалидов и лиц с ограниченными

возможностями здоровья; все обучающиеся обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

03.04.01 Прикладные математика и физика / 03.04.01 Applied Mathematics and Physics															
Название курса на русском языке / Course title in Russian	Название курса на английском языке / Course title in English	Код курса / Course Code	Результаты обучения (компетенции) / learning outcomes (competences)												
			Универсальные / General						Общепрофессиональные / General Professional				Профессиональные / Professional		
			УК-1	УК-2	УК-3	УК-4	УК-5	УК-6	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ПК-1	ПК-2	ПК-3
<b>Модуль 1. Наука, техника и технологии / Stream 1. Science, Technology and Engineering (STE)</b>															
<i>Обязательная часть / Compulsory part</i>															
Квантовая механика	Quantum Mechanics	MA030177	X							X				X	X
Основы фотоники	Fundamentals of Photonics	MA060160								X				X	X
<i>Часть, формируемая участниками образовательных отношений / Elective part</i>															
Серия семинаров по фотонике	Photonics Research Seminar Series	MA030553				X	X							X	
Основы взаимодействия света	Light-Matter Interaction Fundamentals	MA030594	X			X				X				X	
Прикладная физика аэрозоль	Aerosol Science and Technology	MA060300	X	X						X				X	
Экспериментальная оптика I	Experimental Optics I	MA030521		X										X	X
Введение в физику твердого тела	Introduction to Solid State Physics	MA060027	X							X				X	X
Физика коллоидов и границ раздела фаз	Physics of Colloids and Interfaces	MA060524	X			X				X				X	
Обзор материалов и устройств нано- и оптоэлектроники	Review of Materials and Devices for Nano- and Optoelectronics	MA030206	X			X				X				X	
Обзор материалов и устройств нано- и оптоэлектроники 2	Review of Materials and Devices for Nano-and Optoelectronics 2	MA030334	X			X				X				X	
<b>Трек - Quantum Technology Трек - Квантовые технологии</b>															
Практикум по экспериментальной физике	Methods of Experimental Physics (Practical Course)	MA060585			X					X					X
Углеродные наноматериалы	Carbon Nanomaterials	MA060044	X							X				X	
Спектроскопия квантовых материалов	Spectroscopy of Quantum Materials	MA030162	X			X				X				X	
Дизайн химических сенсоров: от фундаментальных основ к практическим применениям	Design of Chemical Sensors: from Fundamentals to Applications	MA030446	X	X						X				X	
Технология изготовления наноструктур	Fabrication Technology of Nanodevices	MA060311	X			X				X				X	
Сверхпроводящие квантовые технологии	Superconducting Quantum Technologies	MA060340	X			X				X				X	
<b>Трек - Applied Photonics Трек - Прикладная фотоника</b>															
Нанооптика	Nanooptics	MA030153	X	X						X				X	
Биофизическая химия: методы и применения	Biophysical Chemistry: Methods and Applications	MA030580	X							X				X	
Фотонные устройства и измерения	Photonics Devices and Measurements	MA030582	X							X				X	X
Физика лазеров	Laser Physics	MA060143	X	X										X	
Физические основы оптических коммуникаций	Optical Communications. Basics	MA030500	X			X				X				X	
Интегральная кремниевая фотоника	Integrated Silicon Photonics	MA030581	X							X					X
Квантовая оптика	Quantum Optics	MA030161	X	X						X					
Оптические коммуникации. Приложения	Optical Communications. Applications	MA030503	X	X						X				X	
Биомедицинские приложения фотоники	Biomedical Application of Photonics	MA060158	X							X				X	
Экспериментальная оптика II	Experimental Optics II	MA060336		X										X	X
<b>Модуль 2. Отрасль / Stream 2. Sector</b>															
Производственная практика	Industrial Immersion	MB120005												X	X
<b>Модуль 3. Инновации и предпринимательство / Stream 3. Entrepreneurship and Innovation (E&amp;I)</b>															
<i>Обязательная часть / Compulsory part</i>															
Мастерская инноваций	Innovation Workshop	MC060001	X	X	X	X	X	X	X						
<i>Часть, формируемая участниками образовательных отношений / Elective part</i>															
Лидерство для инноваторов	Leadership for Innovators	MC030011	X			X	X	X							
Технологическое предпринимательство. Базовый семинар	Technology Entrepreneurship Seminar: Foundation	MC030029a	X	X	X	X		X							
Предпринимательская стратегия	Entrepreneurial Strategy	MC030023	X	X		X		X							
Мастерская стартапов	Startup Workshop	MC060025	X	X	X	X		X							
Биомедицинские инновации и предпринимательство	Biomedical Innovation and Entrepreneurship	MC030013	X	X	X	X		X							
Маркетинг и коммерциализация для предпринимателей	Entrepreneurial Marketing and Commercialization	MC030445	X			X	X	X							
Запуск стартапов на базе наукоемких и цифровых технологий	Startups LaunchPad: DeepTech and Digital	MC060545	X	X	X	X		X							
Деловая коммуникация	Business Communication	MC030014	X			X	X	X							
Технологическое предпринимательство. Углубленный семинар	Technology Entrepreneurship Seminar: Advanced	MC030029b	X	X	X	X		X							
Наноматериалы для предпринимательства и инноваций	Nanomaterials E&I	MC030030	X	X	X	X		X							
Технологические инновации: от результатов исследований к коммерческому продукту	Technological Innovations: from Research Results to Commercial Product	MC030016	X	X	X	X		X							
Разработка товаров и услуг через инновации	Developing Products and Services through Design Thinking	MC030022	X	X	X	X	X	X							
Ключевые навыки инноватора: критическое и творческое мышление, коммуникация и сотрудничество	Innovators' Essential Skills: Critical and Creative Thinking, Communication and Collaboration	MC030564	X			X	X	X							
<b>Модуль 4. Научно-исследовательская работа и Выпускная квалификационная работа / Stream 4. Research &amp; MSc Thesis Project</b>															
Научно-исследовательская работа. Учебная практика	Early Research Project	MD060001	X	X											
Научно-исследовательская работа. Преддипломная практика	Thesis Research Project	MD120002			X	X									
Научно-исследовательский семинар по ВКР	Thesis Proposal, Status Review and Predefense	MD090023						X	X						
Выполнение и защита ВКР	Thesis Defense	MD090003	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Модуль 5. Индивидуальное обучение студента / Stream 5. Options</b>															
<i>Обязательная часть - 15 з.е. / Compulsory Part - 15 ECTS credits</i>															
Исследовательский семинар	Additional Thesis Research	ME0X0040	X	X	X	X	X	X							
Исследовательский проект	Short-Term Project	ME0X0041						X							
Английский язык для диссертации	Master Your Thesis in English	ME030567				X									
<i>Часть, формируемая участниками образовательных отношений - 9 з.е. / Elective Part - 9 ECTS credits</i>															
Практикум английского языка	English Toolkit	ME030568				X									
Диссертация по-английски: первые шаги	First Steps to Thesis in English	ME030566				X									
Основы академического английского	Academic Writing Essentials	ME030569				X									
Курсы по выбору из каталога курсов	Electives from Course Catalog														
<b>Факультативы / Facultative - Extracurricular activities</b>															
Курсы по выбору из каталога курсов	Electives from Course Catalog														
Период факультативов ISP	Independent Study Period	MF0X0010			X	X	X								

**Приложение - 1  
Матрица компетенций**

Federal State Educational Standard: <a href="https://fgosvo.ru/uploads/files/FGOS%20VO%203%2031082020.pdf">https://fgosvo.ru/uploads/files/FGOS%20VO%203%2031082020.pdf</a>	
<b>Универсальные / General</b>	
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий / Able to critically analyze problematic situations using a systematic approach, to develop a strategy of action	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла / Able to manage the project at all stages of its life cycle
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, выработав командную стратегию для достижения поставленной цели / Able to organize and lead a team and develop a team strategy to achieve the goal.	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия / Able to apply modern communication technologies, including in foreign language(s), for academic and professional interaction
УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия / Able to analyze and consider the diversity of cultures in the process of intercultural interaction	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки / Able to identify and implement the priorities of his/her own activity and ways to improve it based on self-assessment
<b>Общепрофессиональные / General Professional</b>	
ОПК-1. Способен применять фундаментальные и прикладные знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности / Able to apply fundamental and applied knowledge in the field of physical, mathematical and (or) natural sciences to solve professional problems, including pedagogical activities.	ОПК-2. Способен самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства их разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру (в соответствии с избранным направлением прикладных математики и физики) / Able to independently master and apply modern mathematical methods of research, analysis and data processing, computer programs, means of their development, research, measuring and analytical and technological equipment (in accordance with the chosen field of applied mathematics and physics)
ОПК-3. Способен в рамках своей профессиональной деятельности анализировать, выявлять, формализовать и находить решения фундаментальных и прикладных научно-технических, технологических и инновационных задач / Able to analyze, identify, formalize and find solutions to fundamental and applied scientific, technical, technological and innovative problems within the framework of his/her professional activity.	ОПК-4. Способен выбирать цели своей профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск, прогнозировать научные, производственные, технологические и социально-экономические последствия / Able to choose the goals of the professional activity and ways to achieve them, to carry out scientific, technical, technological and innovative search, to forecast scientific, industrial, technological and socio-economic consequences
<b>Профессиональные / Professional</b>	
ПК-1. Способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств / Ability to independently and (or) as a member of a research group to develop, study and apply mathematical models for qualitative and quantitative description of phenomena and processes and (or) development of new technical means	ПК-2. Способностью ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание / Ability to set, formalize and solve problems, be able to analyze scientific problems systematically, generate new ideas and create new knowledge
ПК-3. Способностью применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способностью организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива / Ability to apply in practice skills in the organization of research and design work, ability to organize and conduct scientific research and implement their results as a member or leader of a small team	ПК-4. Способностью профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра / Ability to work professionally with research and testing equipment, instruments and installations in the chosen subject area in accordance with the objectives of the specialized master's training program



Autonomous non-profit educational organization of higher education  
«Skolkovo Institute of Science and Technology»

Approved by the Academic Council of  
Skolkovo Institute of Science and Technology  
Minutes N 82 dated May 25, 2023

Director of the educational program

\_\_\_\_\_ Nikolay A. Gippius

**THE MAIN PROFESSIONAL EDUCATIONAL PROGRAM  
OF HIGHER EDUCATION**

Level of Education

**Master of Science**

Field of Study

**03.04.01 Applied Mathematics and Physics**

Orientation (profile) of the program

**Photonics and Quantum Materials**

Form of Study

**Full-time**

Moscow

2023

## **Contents**

1. Description of the educational program
2. Description of the professional activities for graduates
3. Graduate competences (intended learning outcomes)
4. Structure of the educational program
5. Conditions of the educational program

## 1. Description of the educational program

**The objectives** of the educational program "Photonics and Quantum Materials" at the Skolkovo Institute of Science and Technology (Skoltech) is to train highly qualified masters of science for both the Russian and international labour markets, specialists in specialists in the field of research and development of state-of-the-art advanced high-tech devices and materials for electronics and photonics, as well as mastering modern mathematical methods for modeling such systems.

The program is implemented at the Skoltech Center for Photonics Science and Engineering.

Program Director – PhD, Full Professor Nikolay Gippius.

Program Coordinator – PhD, Deputy Director of the Hybrid Photonics Laboratories Maël Brossard.

Education is provided on a full-time basis. The Master's degree amounts to 120 ECTS credits and the duration is 2 years.

Based on the Skolkovo Institute of Science and Technology's Charter and the Regulation "On the Language of Education at the Skolkovo Institute of Science and Technology", approved by President's Order No. 131/24 of 09.09.2014, education is provided in English.

The Master's program is open to applicants with a degree in higher education of any level in one of the fields (physics, mathematics, mechanics). Candidates who have not previously studied in English must demonstrate a high level of English language proficiency in the selection process.

Upon completion of the study program the qualification of a Master of Science in Photonics and Quantum Materials is awarded.

Graduates of the program are in demand in the widest range of organizations: research institutes, consulting companies, venture capital funds, etc.

Employers for the graduates were the Presidium of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, SC Rosatom, SC Rusnano, ABBYY Headquarters, ABBYY Russia, JSC Russian Stock Company, IBS Group, RSC Energia, IPG Photonics, JSC EMAlliance, PJSC United Aircraft Corporation (UAC), CJSC The Center for High Technology "KhimRar",

Lavochkin Research and Production Association, JSC Honeywell, Sitronics Group, and other organizations.

## **2. Description of the professional activities for graduates**

### **2.1. Areas of professional activity**

The professional activity of the graduates of Master's program 03.04.01 "Applied Mathematics and Physics" includes:

- 40 cross-cutting professional activities in industry (in the areas of: fundamental and applied research and development, innovative, design and technological and manufacturing and technological activities; development and introduction of new technological processes of production of advanced materials (including composites, nano- and metamaterials), opto-, micro- and nano-electronics, development and application of electronic devices and complexes; monitoring of material parameters, the state of complex technical and living systems and the environment).

The specific professional activity of Skoltech graduates in view of the training profile is research, analysis and modeling of state-of-the-art devices and materials for micro-, nano-electronics and photonics.

### **2.2. Types of professional activity**

Within the framework of the Master's program, graduates may prepare for the following types of professional tasks:

- research and development (R&D) activities;
- innovative, design and technological and manufacturing and technological activities.

### **2.3. Professional objectives**

Graduates of the program will be prepared to manage the following professional tasks, in accordance with the types of professional activity for which the program is oriented.

#### **R&D activities:**

- planning and conducting research and analytical studies in accordance with the approved areas of research in the subject area of specialization;
- planning and independently making observations and measurements;

- planning, setting and optimization of experiments in the subject area of research, selection of effective methods of data processing and their implementation;
- identifying of perspective areas of scientific search and information sources for analytical search in the subject area chosen for specialization, effective collecting and processing of scientific and analytical information using modern programs, means and methods of computer and information technologies and computational mathematics;
- planning and conducting theoretical research, development of new physical and mathematical, including computer, models of processes and phenomena under study, analysis and synthesis of analytical research data in the subject area;
- generalization of the obtained data, independent formation of conclusions and preparation of scientific and analytical reports, publications and presentations of the results of scientific and analytical research, competent transfer of the obtained results of scientific and analytical research to related subject areas;
- planning and development of new methods and technical means for conducting fundamental research and performing innovative developments;
- planning and development of new algorithms and computer programs for research and applied purposes.

**Innovative, design and technological and manufacturing and technological (in the areas of high and science-intensive technology) activities:**

- participation in the creation of new engineering and technology objects (in the sphere of high and science-intensive technologies) as one of the leading developers;
- participation in the introduction of innovative technological processes and objects of new equipment as an executor who is responsible for an independent area of work;
- optimization and effective use of materials, equipment, appropriate methods of mathematical and physical modeling of manufacturing and technological processes and characteristics of technical devices and objects, including the use of algorithms and programs for calculating their parameters;
- development of new physical and mathematical methods of testing of engineering and technology objects; development of new technological regulations and their implementation.

### 3. Graduate competences (intended learning outcomes)

As a result of completing the Master's program, a graduate should develop general, general professional and professional learning outcomes.

3.1. A Master's program graduate shall have the following **general competences**:

- GC-1. Able to critically analyze problematic situations using a systematic approach, to develop a strategy of action.
- GC-2. Able to manage the project at all stages of its life cycle.
- GC-3. Able to organize and lead a team and develop a team strategy to achieve the goal.
- GC-4. Able to apply modern communication technologies, including in foreign language(s), for academic and professional interaction.
- GC-5. Able to analyze and consider the diversity of cultures in the process of intercultural interaction.
- GC-6. Able to identify and implement the priorities of his/her own activity and ways to improve it based on self-assessment.

3.2. A Master's program graduate shall have the following **general professional competences**:

- GPC-1. Able to apply fundamental and applied knowledge in the field of physical, mathematical and (or) natural sciences to solve professional problems, including pedagogical activities.
- GPC-2. Able to independently master and apply modern mathematical methods of research, analysis and data processing, computer programs, means of their development, research, measuring and analytical and technological equipment (in accordance with the chosen field of applied mathematics and physics).
- GPC-3. Able to analyze, identify, formalize and find solutions to fundamental and applied scientific, technical, technological and innovative problems within the framework of his/her professional activity.
- GPC-4. Able to choose the goals of the professional activity and ways to achieve them, to carry out scientific, technical, technological and innovative search, to forecast scientific, industrial, technological and socio-economic consequences.

3.3. A Master's program graduate shall have the following **professional competences**:

- PC-1. Ability to independently and (or) as a member of a research group to develop, study and apply mathematical models for qualitative and quantitative description of phenomena and processes and (or) development of new technical means.
- PC-2. Ability to set, formalize and solve problems, be able to analyze scientific problems systematically, generate new ideas and create new knowledge.
- PC-3. Ability to apply in practice skills in the organization of research and design work, ability to organize and conduct scientific research and implement their results as a member or leader of a small team.
- PC-4. Ability to work professionally with research and testing equipment, instruments and installations in the chosen subject area in accordance with the objectives of the specialized master's training program.

#### 4. Structure of the educational program

The structure of Master's program includes a compulsory part and, a part formed by the optional and elective courses and, research project work. To ensure the most effective development of competences and to balance the compulsory and elective parts, the educational program is organized according to the modular principle and includes five streams:

- **Stream 1: Science, Technology and Engineering** (36 credits) includes disciplines and interdisciplinary courses for the study of scientific and engineering fundamentals relevant to the field, objects, and types of professional activity of graduates.
- **Stream 2: Sector** (12 credits) includes an internship to acquire professional skills and experience ("Industrial Immersion"). The internship is carried out in the form of project work at the enterprise to consolidate knowledge and develop skills of technical and innovative impact on the relevant branch of production.
- **Stream 3: Entrepreneurship and Innovation** (12 credits) includes courses to explore the full innovation cycle of product design – from identifying needs and assessing opportunities to exploiting them with economic and other benefits, as well as gaining initial experience of innovation activities and acquiring relevant skills.
- **Stream 4. Research & MSc Thesis Project** (36 credits) includes research work, research seminar and pre-defense practice to consolidate all obtained learning outcomes: acquired knowledge, skills, and experience in scientific and engineering fundamentals. Stream 4 concludes with the defense of the final qualification work, carried out in the form of a Master's thesis.
- **Stream 5. Options** (24 credits) includes elective courses from a catalogue of student's choice.

The detailed compliance between the streams and the structure of the Federal State Educational Standard (FSES), and between the compulsory and elective parts, is shown in Table 1.

Table 1. Structure of the educational program

Skoltech requirements		FSES 3++ requirements			
		Unit 1		Unit 2	Unit 3
		Courses, no less than 24 ECTS		Practical and research work, no less than 45 ECTS	SFA, 6-9 ECTS
Streams		Optional and elective courses	Compulsory part (excluding SFA), no less than 20%, 23 ECTS		
Stream 1: Science, Technology and Engineering	<b>36 ECT S</b>	27	9		
Stream 2: Sector	<b>12 ECT S</b>			12	
Stream 3: Entrepreneurship and Innovation	<b>12 ECT S</b>	6	6		
Stream 4. Research & MSc Thesis Project	<b>36 ECT S</b>		9	18	9
Stream 5. Options	<b>24 ECT S</b>	9		15	
Total:	<b>120 ECT S</b>	42	24	45	9
including the compulsory part			69		
including disciplines		66			

## **5. Conditions of the educational program**

### **5.1. Human resources**

Implements the educational program is a team of academic staff, whose quantitative composition and qualifications meet the requirements of FSES 3++:

1. Share of Skoltech academic staff and persons involved in the implementation of the Master program on other terms (based on the number of substituted positions reduced to integer values) in the total number of academic staff implementing the Master program, leading scientific, educational, methodological and (or) practical work relevant to the profile of taught discipline (course), is not less than 70 percent.

2. Share of Skoltech academic staff involved in the Master program implementation, and persons involved in Master program implementation on other terms (based on the number of substituted positions reduced to integer values) in the total number of academic staff, implementing the Master program, who are managers and (or) employees of other organizations, working in the professional field corresponding to the professional activity, for which graduates are trained (with at least 3 years' experience), is at least 5 percent.

3. Share of Skoltech academic staff and persons involved in educational activities on other terms (based on the number of substituted positions reduced to integer values) in the total number of academic staff implementing the the Master program having an academic degree (including academic degree obtained in a foreign country and recognized in the Russian Federation) and (or) academic title (including academic title obtained in a foreign country and recognized in the Russian Federation), is at least 60 percent.

4. The average annual number of publications of scientific and academic staff for the period of the Master program implementation per 100 persons (based on the number of substituted positions reduced to integer values) in WoS or Scopus indexed Journals shall be not less than 2, or not less than 20 in journals indexed in the Russian Science Citation Index.

### **5.2. Material, technical, and educational support**

Material resources and equipment, as well as information and teaching and methodological resources used in the implementation of the educational program meet the requirements of FSES 3++:

1. The premises are study rooms for the classes provided by the program, equipped with hardware and technical means for education, the composition of which is defined in the working programs of the disciplines (courses).

2. The self-study areas are equipped with computers with Internet connection and access to the Skoltech digital informational and educational platforms.

3. Each student is provided with individual unlimited access to the Skoltech digital informational and educational environment from any location with Internet access, including access to curricula, working programs of disciplines (courses), practicums, electronic educational materials and resources specified in the working programs of disciplines (courses).

4. Skoltech is equipped with the necessary set of licensed and freely distributable software, including domestically produced (the composition is defined in the work programs of the disciplines and is subject to updates if necessary).

5. Each student has unrestricted access to e-library resources, including full-text documents, information reference systems and up-to-date professional databases.

### **5.3. Adaptation of the program for teaching persons with disabilities and special needs**

The educational program is adapted for the education of persons with disabilities and persons with special needs.

Students with disabilities and students with special needs are provided with access to all buildings and premises of the Skoltech, where a barrier-free environment is created. In the learning process, special technical means of education of collective and individual use for persons with disabilities and persons with special needs are used; all students are provided with printed and (or) electronic educational resources in forms adapted to the limitations of their health.