

ФЕДЕРАЛЬНОЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО УГСН  
«НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ»

**Примерная основная образовательная программа**

Направление подготовки (специальность)  
28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Уровень высшего образования  
Магистратура

Зарегистрировано в государственном реестре примерных основных образовательных программ под номером \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ГОД

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....  | 4  |
| 1.1. Назначение примерной основной образовательной программы.....   | 4  |
| 1.2. Нормативные документы.....   | 4  |
| 1.3. Перечень сокращений.....   | 5  |
| Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ<br>ВЫПУСКНИКОВ.....  | 7  |
| 2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников.....  | 7  |
| 2.2. Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС.....   | 8  |
| 2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности<br>выпускников.....  | 8  |
| Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ,<br>РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ<br>(СПЕЦИАЛЬНОСТИ) 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная<br>техника»..... | 17 |
| 3.1. Направленности (профили) образовательных программ в рамках<br>направления подготовки (специальности).....  | 17 |
| 3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных<br>программ.....   | 17 |
| 3.3. Объем программы.....   | 17 |
| 3.4. Формы обучения.....  | 17 |
| 3.5. Срок получения образования.....  | 18 |
| Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ<br>ПРОГРАММЫ.....   | 19 |
| 4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной<br>программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками<br>обязательной части.....                       | 19 |
| 4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы<br>их достижения.....   | 19 |

|   |    |
|---|----|
| 4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения.....   | 22 |
| 4.1.3. Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения.....                                    | 26 |
| 4.2. Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения.....                                     | 26 |
| Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП.....  | 34 |
| 5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы.....  | 34 |
| 5.2. Рекомендуемые типы практики.....   | 34 |
| 5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график.....   | 36 |
| 5.4. Примерные рабочие программы дисциплин (модулей) и практик.....   | 41 |
| 5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) и практикам..... | 48 |
| 5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации.....  | 48 |
| Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП.....   | 50 |
| Раздел 7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ ПООП.....  | 57 |
| Приложение 1.....   | 58 |
| Приложение 2.....   | 62 |

## **Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1.1. Назначение примерной основной образовательной программы**

Примерная основная образовательная программа предназначена для организаций, осуществляющих образовательную деятельность по имеющим государственную аккредитацию образовательным программам высшего образования (за исключением образовательных программ высшего образования, реализуемых на основе образовательных стандартов, утвержденных образовательными организациями высшего образования самостоятельно), реализующих образовательные программы в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по направлению подготовки магистратуры «28.04.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника».

### **1.2. Нормативные документы**

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок разработки примерных основных образовательных программ, проведения их экспертизы и ведения реестра примерных основных образовательных программ, утвержденный приказом Минобрнауки России от 28 мая 2014 года № 594;
- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки (специальности) 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» и уровню высшего образования Магистратура, утвержденный приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 921 (далее – ФГОС ВО);
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам магистратуры, программам специалитета,

утвержденный приказом приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017 года № 301 (далее – Порядок организации образовательной деятельности);

- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636;
- Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, утвержденное приказом Минобрнауки России от 27 ноября 2015 г. № 1383;

### **1.3. Перечень сокращений**

- ЕКС – единый квалификационный справочник
- з.е. – зачетная единица
- ОПОП – основная профессиональная образовательная программа
- ОТФ - обобщенная трудовая функция
- ОПК – общепрофессиональные компетенции
- Организация - организация, осуществляющая образовательную деятельность по программе магистратуры по направлению подготовки (специальности) 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
- ПК – профессиональные компетенции
- ПООП – примерная основная образовательная программа
- ПС – профессиональный стандарт
- УГСН – укрупненная группа направлений и специальностей
- УК – универсальные компетенции

- ФЗ – Федеральный закон
- ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования
- ФУМО – федеральное учебно-методическое объединение
- ПД - профессиональная деятельность
- ФОС - фонды оценочных средств

## **Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ**

### **2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников**

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу, могут осуществлять профессиональную деятельность:

- 29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования
- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности
- 01 Образование и наука

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- проектно-конструкторский
- научно-исследовательский
- проектно-технологический
- научно-педагогический
- организационно-управленческий

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

- материалы и компоненты нано- и микросистемной техники
- приборы, устройства, механизмы, машины на их основе
- процессы нанотехнологии и методы нанодиагностики

- физико-математические и физико-химические модели процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
- аппаратные и программные средства для моделирования, проектирования и конструирования, получения и исследования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
- алгоритмы решения научно-исследовательских и производственных задач, относящихся к профессиональной сфере

## 2.2. Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС

Перечень профессиональных стандартов (при наличии), соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки, приведен в Приложении 1. Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программ высшего образование - программы магистратуры по направлению подготовки (специальности) 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, представлен в Приложении 2.

## 2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников

| Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)     | Типы профессиональной деятельности | Задачи профессиональной деятельности                                   | Объекты профессиональной деятельности(или области знания) |
|---|------------------------------------|--|---|
| 29 Производство электрооборудования, электронного и оптического | проектно - конструкторский         | Анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и | приборы, устройства, механизмы, машины на их основе       |



|              |                            |  |  |
|--------------|----------------------------|--|--|
| оборудования |                            | <p>анализа литературных и патентных источников; подготовка заданий на разработку проектных решений на разработку материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;</p> <p>проектирование элементов и приборов нано- и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ;</p> <p>разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p>         |  |
|              | научно - исследовательский | <p>Определение направлений, целей и задач научных исследований, выбор методов проведения экспериментальной работы, анализ, обработка, интерпретация и представление результатов и выводов проведенных исследований;</p> <p>разработка методик проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализ их результатов; разработка физических и математических моделей,</p> | <p>физико - математические и физико - химические модели процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано - и микросистемной техники</p> |

|  |                                   |  |   |
|--|-----------------------------------|--|---|
|  |                                   | <p>компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности</p>  |   |
|  | <p>проектно - технологический</p> | <p>Разработка технических заданий на проектирование технологических процессов производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники; проектирование технологических процессов производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ; разработка технологической документации на производство изделий нанотехнологии и микросистемной техники; метрологическое обеспечение</p> | <p>процессы нанотехнологии и методы нанодиагностики</p> |

|  |                                 |   |  |
|--|---------------------------------|---|--|
|  |                                 | технологических процессов, выбор методов и средств контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, их сертификация; управление качеством выпускаемой продукции в области нанотехнологии и микросистемной техники   |  |
|  | организационно - управленческий | Организация работы коллективов исполнителей; проведение технико-экономического и функционально-стоимостного анализа создаваемого продукта; подготовка документации для создания и развития системы менеджмента качества предприятия; разработка планов и программ инновационной деятельности на предприятии | алгоритмы решения научно - исследовательских и производственных задач, относящихся к профессиональной сфере  |
| 40 Сквозные виды профессиональной деятельности | проектно - конструкторский      | Анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; подготовка заданий на разработку проектных решений на разработку материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; проектирование элементов и приборов нано- и                   | аппаратные и программные средства для моделирования, проектирования и конструирования, получения и исследования материалов и компонентов нано - и микросистемной техники |

|  |                                   |   |  |
|--|-----------------------------------|---|--|
|  |                                   | <p>микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ; разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p>   |  |
|  | <p>научно - исследовательский</p> | <p>Определение направлений, целей и задач научных исследований, выбор методов проведения экспериментальной работы, анализ, обработка, интерпретация и представление результатов и выводов проведенных исследований; разработка методик проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализ их результатов; разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам</p> | <p>физико - математические и физико - химические модели процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов nano - и микросистемной техники</p> |

|  |                                   |  |   |
|--|-----------------------------------|--|---|
|  |                                   | <p>выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности</p>  |   |
|  | <p>проектно - технологический</p> | <p>Разработка технических заданий на проектирование технологических процессов производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники; проектирование технологических процессов производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ; разработка технологической документации на производство изделий нанотехнологии и микросистемной техники; метрологическое обеспечение технологических процессов, выбор методов и средств контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, их сертификация; управление качеством выпускаемой продукции в области</p> | <p>процессы нанотехнологии и методы нанодиагностики</p> |

|                        |                                 |   |   |
|------------------------|---------------------------------|---|---|
|                        |                                 | нанотехнологии и микросистемной техники   |   |
|                        | организационно - управленческий | Организация работы коллективов исполнителей; проведение технико-экономического и функционально-стоимостного анализа создаваемого продукта; подготовка документации для создания и развития системы менеджмента качества предприятия; разработка планов и программ инновационной деятельности на предприятии   | алгоритмы решения научно - исследовательских и производственных задач, относящихся к профессиональной сфере |
| 01 Образование и наука | научно - исследовательский      | Определение направлений, целей и задач научных исследований, выбор методов проведения экспериментальной работы, анализ, обработка, интерпретация и представление результатов и выводов проведенных исследований; разработка методик проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализ их результатов; разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование | материалы и компоненты нано - и микросистемной техники  |

|  |                                |   |  |
|--|--------------------------------|---|--|
|  |                                | <p>исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности</p>  |  |
|  | <p>научно - педагогический</p> | <p>Работа в качестве преподавателя в профессиональных образовательных организациях и образовательных организациях высшего образования по учебным дисциплинам предметной области данного направления под руководством профессора, доцента или старшего преподавателя; участие в разработке учебно-методических материалов для обучающихся по дисциплинам предметной области данного направления; участие в модернизации или разработке новых лабораторных практикумов по дисциплинам профессионального цикла</p> | <p>физико - математические и физико - химические модели процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов nano - и микросистемной техники</p> |





**Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТИ) 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»**

**3.1. Направленности (профили) образовательных программ в рамках направления подготовки (специальности)**

При разработке программы магистратуры Организация устанавливает направленность (профиль) программы магистратуры, которая конкретизирует содержание программы магистратуры в рамках направления подготовки путем ориентации ее на: область (области) профессиональной деятельности и сферу (сферы) профессиональной деятельности выпускников; тип (типы) задач и задачи профессиональной деятельности выпускников; при необходимости – на объекты профессиональной деятельности выпускников или область (области) знания.

**3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ**

– Магистр

**3.3. Объем программы**

Объем программы 120 зачетных единиц (далее – з.е.).

**3.4. Формы обучения**

Очная, Очно-заочная

### **3.5. Срок получения образования**

при очной форме обучения 2 года

при очно-заочной форме обучения от 2 лет 3 месяцев до 2 лет 6 месяцев

## Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками обязательной части

#### 4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Категория (группа) универсальных компетенций | Код и наименование универсальной компетенции   | Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции   |
|--|--|--|
| Системное и критическое мышление             | УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий | <p>УК-1.1.<br/>Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы</p> <p>УК-1.2.<br/>Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода</p> <p>УК-1.3.<br/>Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними</p> <p>УК-1.4.<br/>Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК-1.5.<br/>Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе</p> |

|                                  |  |   |
|----------------------------------|--|---|
|                                  |  | <p>системного и междисциплинарных подходов</p> <p>УК-1.6.<br/>Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области</p>  |
| Разработка и реализация проектов | УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла  | <p>УК-2.1.<br/>Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления</p> <p>УК-2.2.<br/>Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима ресурсоэффективности на предприятии</p> <p>УК-2.3.<br/>Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения</p> <p>УК-2.4.<br/>Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта</p> |
| Командная работа и лидерство     | УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | <p>УК-3.1.<br/>Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование – проектирование – применение – производство»</p> <p>УК-3.2.<br/>Вырабатывает стратегию сотрудничества</p>   |

|                              |   |   |
|------------------------------|---|---|
|                              |   | <p>и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели</p> <p>УК-3.3.<br/>Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов</p>   |
| Коммуникация                 | <p>УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p> | <p>УК-4.1.<br/>Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат</p> <p>УК-4.2.<br/>Аргументированно и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке</p> <p>УК-4.3.<br/>Владеет навыками ведения деловой переписки на русском и иностранном языке</p> <p>УК-4.4.<br/>Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.), в том числе на иностранном языке</p> |
| Межкультурное взаимодействие | <p>УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>   | <p>УК-5.1.<br/>Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии</p> <p>УК-5.2.<br/>Обеспечивает создание</p>  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач</p> <p>УК-5.3.<br/>Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп</p>  |
| Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение) | УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | <p>УК-6.1.<br/>Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания</p> <p>УК-6.2.<br/>Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p> <p>УК-6.3.<br/>Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда</p> |

#### 4.1.2. **Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения**

| Категория (группа) общепрофессиональных компетенций | Код и наименование общепрофессиональной компетенции | Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции |
|---|---|---|
|---|---|---|

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности</p> | <p>ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей)</p> | <p>ОПК-1.1.<br/>Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p> <p>ОПК-1.2.<br/>Использует научный инструментарий различных областей физики для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p> <p>ОПК-1.3.<br/>Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p> <p>ОПК-1.4.<br/>Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач</p> |
| <p>Проектный и финансовый менеджмент</p>                                 | <p>ОПК-2. Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента)</p>   | <p>ОПК-2.1.<br/>Планирует бюджет малого предприятия, специализирующегося на производстве высокотехнологичной продукции</p> <p>ОПК-2.2.<br/>Владеет опытом производственного менеджмента: расчета экономической и ресурсоэффективной составляющей при выполнении исследовательской</p>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | работы   |
| Ответственность в профессиональной деятельности | ОПК-3. Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений) | <p>ОПК-3.1.<br/>Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению</p> <p>ОПК-3.2.<br/>Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач</p> <p>ОПК-3.3.<br/>Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков</p> <p>ОПК-3.4.<br/>Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач</p> |
| Исследовательская деятельность                  | ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов) | <p>ОПК-4.1.<br/>Составляет план научно-исследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы, обсуждения и анализа результатов</p> <p>ОПК-4.2.<br/>Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций</p>  |
| Использование информационных технологий         | ОПК-5. Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и  | <p>ОПК-5.1.<br/>Проводит патентный поиск в профессиональной области</p> <p>ОПК-5.2.</p>  |



|                                     |  |   |
|-------------------------------------|--|---|
|                                     | проектирования объектов, систем и процессов)   | <p>Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности</p> <p>ОПК-5.3.<br/>Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач</p>   |
| Правовая ответственность            | ОПК-6. Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности) | <p>ОПК-6.1.<br/>Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников</p> <p>ОПК-6.2.<br/>Оценивает по критериям технологии синтеза материалов нано- и микросистемной техники с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды</p> <p>ОПК-6.3.<br/>Использует методики организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины</p> |
| Разработка нормативной документации | ОПК-7. Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники)   | <p>ОПК-7.1.<br/>Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области нанотехнологий и микросистемной техники</p> <p>ОПК-7.2.<br/>Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями</p>  |

### 4.1.3. Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Задача<br>ПД | Объект или<br>область знания | Код и наименование<br>профессиональной компетенции | Код и наименование индикатора достижения<br>профессиональной компетенции | Основание (ПС,<br>анализ опыта) |
|--------------|------------------------------|--|--|---------------------------------|
|--------------|------------------------------|--|--|---------------------------------|

### 4.2. Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Задача<br>ПД   | Объект<br>или<br>область<br>знания | Код и наименование профессиональной<br>компетенции   | Код и наименование индикатора достижения<br>профессиональной компетенции   | Основание (ПС, анализ<br>опыта)   |
|--|------------------------------------|--|--|---|
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b> |                                    |  |  |   |
|  |                                    | ПК-1. Готов формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач. | ПК-1.1. Знает принципы построения и функционирования изделий нанотехнологии и микросистемной техники<br><br>ПК-1.2. Умеет рассчитывать режимы работы изделий нанотехнологии и микросистемной техники<br><br>ПК-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований | 40.016 Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле |
|  |                                    | ПК-2. Готов разрабатывать методики   | ПК-2.1. Знает структуру методики проведения  |   |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  | <p>проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты.</p>   | <p>исследований и измерений параметров и характеристик</p> <p>ПК-2.2. Умеет анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками разработки методик проведения исследований и измерений</p>  |  |
|  |  | <p>ПК-3. Готов разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники.</p> | <p>ПК-3.1. Знает физические и математические модели и методы моделирования исследуемых физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-3.2. Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-3.3. Владеет математическим аппаратом для решения теоретических и прикладных задач из области нанотехнологии и микросистемной техники, методами исследования и моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники</p> |  |
|  |  | <p>ПК-4. Готов выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований.</p>  | <p>ПК-4.1. Знает структуру и правила оформления научных и технических отчетов</p>  |  |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <p>ПК-4.2. Умеет представлять результаты выполненных исследований в виде докладов и публикаций</p> <p>ПК-4.3. Владеет навыками публичного представления результатов выполненных исследований</p>  |  |
|  | <p>ПК-5. Готов оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности.</p>   | <p>ПК-5.1. Знает формы охраны результатов научной и научно-технической деятельности</p> <p>ПК-5.2. Умеет искать, отбирать и анализировать научно-техническую, патентную, правовую информацию в соответствующей профессиональной сфере</p> <p>ПК-5.3. Владеет навыками подготовки заявок на защиту объектов интеллектуальной собственности</p>           |  |
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский</b> |  |   |  |
|  | <p>ПК-6. Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников.</p> | <p>ПК-6.1. Знает современные технические требования к выбору конструктивно-технологического базиса изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-6.2. Умеет анализировать литературные и патентные источники при разработке конструкций изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-6.3. Владеет навыками конструирования</p> | <p>29.007 Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем</p> |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | изделий нанотехнологии и микросистемной техники  |  |
|  | ПК-7. Готов подготавливать задания на разработку проектных решений на разработку материалов и компонентов нано- и микросистемной техники                         | <p>ПК-7.1. Знает схемы и устройство изделий нано- и микросистемной техники различного функционального назначения</p> <p>ПК-7.2. Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ</p> <p>ПК-7.3. Владеет навыками разработки архитектуры изделий нано- и микросистемной техники</p>   |  |
|  | ПК-8. Способен проектировать элементы и приборы нано- и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ с учетом заданных требований | <p>ПК-8.1. Знает принципы подготовки технических заданий на современные изделия нано- и микросистемной техники</p> <p>ПК-8.2. Умеет разрабатывать элементы нано- и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ</p> <p>ПК-8.3. Владеет навыками разработки рабочей топологии и плана технологии монтажа и сборки электронной компонентной базы изделий нано- и микросистемной техники</p> |  |
|  | ПК-9. Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.                                   | <p>ПК-9.1. Знает нормативные требования к разработке проектно-конструкторской документации</p> <p>ПК-9.2. Умеет использовать стандарты и нормативные требования при разработке</p>   |  |

|  |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  |  |  | документации  |  |
|  |  |  | ПК-9.3. Владеет навыками выпуска документации для организации серийного выпуска изделий   |  |
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: проектно-технологический</b> |  |  |   |  |
|  |  | ПК-10. Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники               | <p>ПК-10.1. Знает современные технологические процессы производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-10.2. Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-10.3. Владеет навыками проектирования технологических процессов производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> | 29.008 Специалист по технологии производства микро- и наноразмерных электромеханических систем |
|  |  | ПК-11. Способен проектировать технологические процессы производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ | <p>ПК-11.1. Знает требования технологической и нормативной документации технологических процессов выпуска изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-11.2. Умеет проектировать технологические процессы производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-11.3. Владеет навыками использования</p>  |  |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   |  |   | типовых пакетов прикладных программ   |   |
|   |  | ПК-12. Способен разрабатывать технологическую документацию на производство изделий нанотехнологии и микросистемной техники  | <p>ПК-12.1. Знает методы отработки и внедрения материалов, технологических процессов и оборудования для производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-12.2. Умеет разрабатывать технологическую документацию на проектируемые изделия нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-12.3. Владеет навыками организации проведения работ по подготовке производства изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> |   |
|   |  | ПК-13. Готов обеспечивать метрологическое сопровождение технологических процессов, выбор методов и средств контроля качества изделий нанотехнологии и микросистемной техники. | <p>ПК-13.1. Знает основы метрологического сопровождения технологических процессов</p> <p>ПК-13.2. Умеет выбирать методы и средства контроля качества изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p> <p>ПК-13.3. Владеет навыками применения методов и средств контроля качества изделий нанотехнологии и микросистемной техники</p>  |   |
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий</b> |  |   |   |   |
|   |  | ПК-14. Способен организовывать работу коллективов исполнителей  | ПК-14.1. Знает принципы организации работ современных научно-исследовательских коллективов  | 29.001 Специалист по проектированию и обслуживанию чистых |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   |   | <p>ПК-14.2. Умеет организовать работу коллективов исполнителей</p> <p>ПК-14.3. Владеет методами управления малыми коллективами исполнителей</p>   |  |
|   | <p>ПК-15. Готов участвовать в поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции.</p> | <p>ПК-15.1. Знает принципы управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции</p> <p>ПК-15.2. Умеет использовать информационное пространство для управления производственным процессом</p> <p>ПК-15.3. Владеет навыками компьютерного моделирования жизненного цикла производимой продукции</p>   | <p>производственных помещений для микро- и наноэлектронных производств</p> |
|   | <p>ПК-16. Готов участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта.</p>                            | <p>ПК-16.1. Знает законы рыночной эффективности создаваемого продукта</p> <p>ПК-16.2. Умеет проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ изделий и технологических процессов электронных средств</p> <p>ПК-16.3. Владеет навыками подготовки коммерческого функционального описания, инструкций по типовому использованию изделий электронных средств</p> |  |
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-педагогический</b> |   |   |  |
|   | <p>ПК-17. Способен проводить лабораторные и</p>   | <p>ПК-17.1. Знает принципы построения</p>   | 01.004 Педагог   |



|  |  |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
|  |  | <p>практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.</p> | <p>современного педагогического процесса</p> <p>ПК-17.2. Умеет руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров</p> <p>ПК-17.3. Владеет навыками толерантного и конструктивного общения со студентами</p>                      | <p>профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования</p> |
|  |  | <p>ПК-18. Способен овладевать навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий.</p>    | <p>ПК-18.1. Знает современные учебно-методические разработки по отдельным видам учебных занятий</p> <p>ПК-18.2. Умеет проводить различные виды учебных занятий</p> <p>ПК-18.3. Владеет навыками подготовки и проведения учебных занятий и курсов повышения квалификации</p> |  |

## **Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП**

### **5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы**

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, должен составлять не менее 30 процентов общего объема программы магистратуры.

### **5.2. Рекомендуемые типы практики**

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практики (далее вместе – практики)

Типы учебной практики:

- научно-исследовательская работа (получение первичных умений и навыков научно-исследовательской работы)
- технологическая (проектно-технологическая) практика
- ознакомительная практика
- эксплуатационная практика

Типы производственной практики:

- научно-исследовательская работа
- преддипломная практика
- педагогическая практика
- практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
- технологическая (проектно-технологическая) практика

- эксплуатационная практика

### 5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график

#### Пояснительная записка

#### Примерный учебный план

28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

высшее образование - программы магистратуры

| Индекс      | Наименование   | Формы промежуточной аттестации   | Трудоемкость, з.е. | Примерное распределение по семестрам (триместрам) |     |     |     | Компетенции |
|-------------|--|----------------------------------|--------------------|---|-----|-----|-----|-------------|
|             |  |                                  |                    | 1-й   | 2-й | 3-й | 4-й |             |
| <b>Б1</b>   | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                                |                                  | 60                 |   |     |     |     |             |
| <b>Б1.Б</b> | <b>Обязательная часть Блока 1</b>                                  |                                  | 22                 |   |     |     |     |             |
| Б1.Б.Д1     | Иностранный язык   | зачет с оценкой                  | 6                  | ✓   | ✓   | ✓   |     |             |
| Б1.Б.Д2     | Основы научных исследований  | зачет с оценкой                  | 2                  | ✓   |     |     |     |             |
| Б1.Б.Д3     | Компьютерные технологии в нанoeлектронике и микросистемной технике | зачет с оценкой, курсовая работа | 4                  | ✓   |     |     |     |             |
| Б1.Б.Д4     | Микропроцессорная техника  | зачет с оценкой                  | 4                  | ✓   |     |     |     |             |

|             |  |                          |    |   |   |  |  |  |
|-------------|--|--------------------------|----|---|---|--|--|--|
| Б1.Б.Д5     | Коммерциализация результатов научных исследований и разработок                 | зачет с оценкой          | 2  |   | ✓ |  |  |  |
| Б1.Б.Д6     | Процессы микро- и нанотехнологии   | экзамен                  | 4  |   | ✓ |  |  |  |
| <b>Б1.В</b> | <b><i>Часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений</i></b> |                          | 38 |   |   |  |  |  |
| Б1.В.Д1     | Микро- и наносенсорика   | экзамен, курсовой проект | 5  | ✓ |   |  |  |  |
| Б1.В.Д2     | Методы анализа микро- и наносистем   | курсовая работа, экзамен | 4  |   | ✓ |  |  |  |
| Б1.В.Д3     | Микромеханические системы  | экзамен, курсовой проект | 4  |   | ✓ |  |  |  |
| Б1.В.Д4     | Компоненты микро- и наносистемной техники и микроробототехника                 | экзамен                  | 4  |   | ✓ |  |  |  |
| Б1.В.Д5     | Системы автоматизированного проектирования микро- и наносистем                 | зачет с оценкой          | 3  |   | ✓ |  |  |  |
| Б1.В.Д6     | Микрооптика  | экзамен                  | 4  |   | ✓ |  |  |  |
| Б1.В.Д7     | Междисциплинарный проект "Проектирование микро- и наносенсоров"                | зачет с оценкой          | 2  |   | ✓ |  |  |  |
| Б1.В.Э1     | Дисциплины по выбору 1   | экзамен                  | 5  | ✓ |   |  |  |  |
| Б1.В.Э1.Д1  | Физика микро- и наносистем   |                          |    |   |   |  |  |  |
| Б1.В.Э1.    | Химия наносистем   |                          |    |   |   |  |  |  |

|                |  |                 |    |   |   |   |   |  |
|----------------|--|-----------------|----|---|---|---|---|--|
| Д2             |  |                 |    |   |   |   |   |  |
| Б1.В.Э2        | Дисциплины по выбору 2   | зачет с оценкой | 2  |   | ✓ |   |   |  |
| Б1.В.Э2.<br>Д1 | Микроприборы акустоэлектроники   |                 |    |   |   |   |   |  |
| Б1.В.Э2.<br>Д2 | СВЧ микро- и наносистемы   |                 |    |   |   |   |   |  |
| Б1.В.Э3        | Дисциплины по выбору 3   | экзамен         | 5  |   |   | ✓ |   |  |
| Б1.В.Э3.<br>Д1 | Бионаноинженерия и бионика   |                 |    |   |   |   |   |  |
| Б1.В.Э3.<br>Д2 | Микро- и наноэнергетика  |                 |    |   |   |   |   |  |
| <b>Б2</b>      | <b>Блок 2 «Практика»</b>   |                 | 51 |   |   |   |   |  |
| <b>Б2.Б</b>    | <b>Обязательная часть Блока 2</b>  |                 | 51 |   |   |   |   |  |
| Б2.Б.П1        | научно-исследовательская работа  | зачет с оценкой | 22 |   | ✓ | ✓ |   |  |
| Б2.Б.У1        | научно-исследовательская работа (получение первичных умений и навыков научно-исследовательской работы) | зачет с оценкой | 8  | ✓ |   |   |   |  |
| Б2.Б.П2        | преддипломная практика   | зачет с оценкой | 21 |   |   |   | ✓ |  |
| <b>Б2.В</b>    | <b>Часть Блока 2, формируемая участниками образовательных отношений"</b>                               |                 | 0  |   |   |   |   |  |
| <b>Б3</b>      | <b>Блок 3 «Государственная итоговая аттестация»</b>  |                 | 9  |   |   |   |   |  |

|             |   |  |     |  |  |  |   |  |
|-------------|---|--|-----|--|--|--|---|--|
| БЗ.ГИА<br>1 | подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена<br>(если Организация включила государственный экзамен<br>в состав государственной итоговой аттестации) |  | 0   |  |  |  |   |  |
| БЗ.ГИА<br>2 | выполнение и защита выпускной квалификационной<br>работы  |  | 9   |  |  |  | ✓ |  |
|             | <b>ВСЕГО</b>  |  | 120 |  |  |  |   |  |

Примерный календарный учебный график  
28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
высшее образование - программы магистратуры

| Месяцы | Сентябрь |    |    |    | Октябрь |    |    |    | Ноябрь |    |    |    | Декабрь |    |    |    | Январь |    |    |    | Февраль |    |    |    | Март |    |    |    | Апрель |    |    |    | Май |    |    |    | Июнь |    |    |    | Июль |    |    |    | Август |    |    |    |    |    |    |    |   |
|--------|----------|----|----|----|---------|----|----|----|--------|----|----|----|---------|----|----|----|--------|----|----|----|---------|----|----|----|------|----|----|----|--------|----|----|----|-----|----|----|----|------|----|----|----|------|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Недели | 1        | 2  | 3  | 4  | 5       | 6  | 7  | 8  | 9      | 10 | 11 | 12 | 13      | 14 | 15 | 16 | 17     | 18 | 19 | 20 | 21      | 22 | 23 | 24 | 25   | 26 | 27 | 28 | 29     | 30 | 31 | 32 | 33  | 34 | 35 | 36 | 37   | 38 | 39 | 40 | 41   | 42 | 43 | 44 | 45     | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |   |
| Курсы  | I        | Б1 | Б1 | Б1 | Б1      | Б1 | Б1 | Б1 | Б1     | Б1 | Б1 | Б2 | Б1      | Б2 | Б1 | Б2 | Б1     | Б2 | Б1 | К  | Э       | Э  | К  | К  | Б1   | Б1 | Б1 | Б1 | Б1     | Б1 | Б2 | Б1 | Б2  | Б1 | Б2 | Б1 | Б2   | Б1 | Б2 | Б1 | Э    | Э  | Э  | К  | К      | К  | К  | К  | К  | К  | К  | К  | К |
|        | II       | Б1 | Б1 | Б1 | Б1      | Б1 | Б1 | Б2 | Б1     | Б2 | Б1 | Б2 | Б1      | Б2 | Б1 | Б2 | Б1     | Б2 | Б1 | К  | Э       | Э  | К  | К  | Б2   | Б2 | Б2 | Б2 | Б2     | Б2 | Б2 | Б2 | Б2  | Б2 | Б2 | Б2 | Б2   | Б2 | Б2 | Д  | Д    | Д  | Д  | Д  | Д      | К  | К  | К  | К  | К  | К  | К  | К |

|   |   |
|---|---|
| Б1 – учебный процесс по Блоку 1 «Дисциплины (модули)»<br><br>Б2 – учебный процесс по Блоку 2 «Практика» | Э – промежуточная аттестация<br>К – каникулы<br>Д – государственная итоговая аттестация<br>У – учебная практика<br>П – производственная практика<br>НР- научно-исследовательская работа |
|---|---|

| Сводные данные по бюджету времени (в неделях) |    |    |   |    |   |    |       |
|---|----|----|---|----|---|----|-------|
| Курс  | Б1 | Б2 | Э | К  | Д | НР | Всего |
| I   | 27 | 9  | 5 | 11 | 0 | 0  | 52    |
| II  | 12 | 20 | 2 | 12 | 6 | 0  | 52    |
| ИТОГО   | 39 | 29 | 7 | 23 | 6 | 0  | 104   |



#### 5.4. Примерные рабочие программы дисциплин (модулей) и практик

| Индекс      | Наименование и краткое содержание дисциплины (модулей) и практик   | Код и наименование компетенции | Объем, з.е. |
|-------------|--|--------------------------------|-------------|
| Б1.Б.Д<br>1 | <p>Иностранный язык</p> <p>Цель дисциплины «Иностранный язык» — обучение практическому владению английским языком, критерием которого является умение пользоваться наиболее употребительными языковыми средствами в основных видах речевой деятельности: говорение, аудирование, чтение и письмо. Задача дисциплины – уметь общаться в большинстве ситуаций, которые могут возникнуть в повседневной и профессиональной деятельности. По структуре дисциплина делится на следующие аспекты: разговорная практика и аудирование, чтение, письменная практика, практика перевода и практическая грамматика, которые различаются тематикой и лексическим составом учебного и информационного материалов, при этом связаны между собой необходимостью систематического совершенствования всех четырех языковых умений и основных грамматических тем.</p> |                                | 6           |
| Б1.Б.Д<br>2 | <p>Основы научных исследований</p> <p>Дисциплина «Основы научных исследований» входит в базовую часть общенаучного цикла подготовки магистров. Целью изучения дисциплины является ознакомление магистрантов со структурой научного знания, с методами научного исследования, с функциями научных теорий и законов; расширение их мировоззренческого кругозора; выработка представлений о критериях научности и о требованиях, которым должно отвечать научное исследование и его результаты.</p>   |                                | 2           |
| Б1.Б.Д<br>3 | <p>Компьютерные технологии в наноэлектронике и микросистемной технике</p> <p>Дисциплина «Компьютерные технологии в наноэлектронике и микросистемной технике» посвящена изучению и практическому применению компьютерных технологий в области нанотехнологии. Элементы численного моделирования приборов микро- и наноэлектроники. В данном разделе рассматриваются особенности решения систем дифференциальных уравнений</p>   |                                | 4           |

|             |   |  |   |
|-------------|---|--|---|
|             | <p>описывающих работу приборов микро- и наноэлектроники. Рассматривается диффузионно-дрейфовая и гидродинамическая модель. Исследуются особенности численного решения одномерных задач на базе пакета MathCAD (MatLAB). Особенности решения двумерных задач рассматриваются на базе пакетов FlexPDE и Synopsys. Основы программирования, сбора и обработки экспериментальных данных. Организация программного обеспечения в виде проблемно-ориентированных пакетов прикладных программ. Концепция виртуальных инструментов. LabVIEW - как графическая система программирования. Программирование систем сбора информации. Программирование систем обработки информации (элементы цифровой фильтрации сигналов и т.д.). Организация распределенных программно-аппаратных комплексов.</p> |  |   |
| Б1.Б.Д<br>4 | <p>Микропроцессорная техника</p> <p>Основной целью изучения дисциплины «Микропроцессорная техника» является ознакомление студентов с современными семействами микропроцессоров и микроконтроллеров, изучение принципов конструирования микропроцессорных устройств, а также выработка навыков программирования микропроцессорных устройств. В ходе изучения дисциплины студенты знакомятся с элементной базой микропроцессорных устройств, а также учатся использовать кросс-средства разработки программного обеспечения этих устройств на языке С. Практические и лабораторные занятия по дисциплине проводятся с использованием лабораторного стенда, включающего в себя современный высокопроизводительный ARM микроконтроллер и разнообразные средства ввода/вывода.</p>           |  | 4 |
| Б1.Б.Д<br>5 | <p>Коммерциализация результатов научных исследований и разработок</p> <p>Коммерциализация результатов научных исследований и разработок представляет собой процесс вовлечения их в экономический (коммерческий) оборот в различных сегментах национального и глобального рынков. Актуальность данной дисциплины обусловлена становлением на путь модернизации экономики страны. В сложившейся ситуации резко возрастает необходимость оценки и обоснования экономической эффективности проектов, ориентированных на выпуск высокотехнологичной продукции и продвижение новых технологий. В первой теме курса рассматриваются основные принципы и формы организации научно-технической</p>   |  | 2 |

|                     |  |  |   |
|---------------------|--|--|---|
|                     | <p>деятельности, ее результаты, раскрывается содержание понятий технология и трансфер технологии, представляются основные стадии жизненного цикла товара и технологии. Во второй теме курса раскрывается содержание основных методов оценки коммерческого потенциала технологий, ее полезности и потенциальной стоимости. В третьей теме курса рассматривается содержание каждого этапа коммерциализации результатов НИР, приводятся модели коммерциализации результатов НИР. В четвертой теме рассматриваются вопросы, связанные с охраной объектов интеллектуальной собственности и прав на их использование в процессе коммерциализации результатов НИР. В темах с пятой по девятую рассматриваются вопросы, связанные с теоретическими и методологическими аспектами составления бизнес-плана коммерциализации результатов НИР. Подробно рассматривается содержание и составлением каждого из разделов бизнес-плана: план маркетинга, производственный план, организационный план, финансовый план, включая прогноз движения денежных средств. Особое внимание в дисциплине уделяется рассмотрению методологических основ оценки экономической эффективности предлагаемых к реализации проектов.</p> |  |   |
| <p>Б1.Б.Д<br/>6</p> | <p>Процессы микро- и нанотехнологии</p> <p>Процессы микро- и нанотехнологии определяют развитие наиболее прогрессивной комплексной отрасли - наноиндустрии. На современном этапе и в ближайшие годы основу наноиндустрии составляют кремниевые интегральные схемы с применением широкого ряда других материалов, проявляющих уникальные физические свойства. Технология углеродных материалов, зондовые методы технологии и диагностики вывели наноиндустрию на качественно новый уровень развития. Применение органических и полимерных материалов обеспечивают новые функциональные возможности для наноэлектроники и механотроники. Изучение современных тенденций развития наноиндустрии является одним из наиболее важных направлений учебной дисциплины «Процессы микро- и нанотехнологии». У студентов формируются знания в области способов нанесения, удаления и модифицирования вещества на микро- и наноуровне, используемые. Изучаются базовые процессы и оборудование, используемые в традиционной микротехнологии, а также специфические процессы, позволяющие формировать структуры на молекулярном уровне. Дисциплина включает лекционные, практические и лабораторные занятия,</p>      |  | 4 |

|             |   |  |   |
|-------------|---|--|---|
|             | самостоятельную работу студентов, выполнение индивидуальных заданий.  |  |   |
| Б1.В.Д<br>1 | <p>Микро- и наносенсорика</p> <p>Основной целью изучения дисциплины «Микро- и наносенсорика» является приобретение знаний в областях создания и применения нано- и микросенсорных систем. Ее изучение направлено на ознакомление с базовыми физическими принципами функционирования нано- и микросенсоров, характеристиками, конструкциями и особенностями их применения. Особое внимание уделено технологии нано- и микросенсорных систем на основе микроэлектромеханических систем с использованием перспективных материалов микросистемной техники.</p>  |  | 5 |
| Б1.В.Д<br>2 | Методы анализа микро- и наносистем  |  | 4 |
| Б1.В.Д<br>3 | <p>Микромеханические системы</p> <p>Основной целью изучения дисциплины «Микромеханические системы» является приобретение навыков анализа и расчета микромеханических систем. В результате изучения дисциплины, студенты должны быть готовы к разработке микромеханических устройств различного назначения. Данная дисциплина закладывает основы для разработки элементов микросистемной техники.</p>  |  | 4 |
| Б1.В.Д<br>4 | <p>Компоненты микро- и наносистемной техники и микроробототехника</p> <p>Основной целью изучения дисциплины «Компоненты микро- и наносистемной техники и микроробототехника» является приобретение знаний в области классификации, принципов функционирования и базовых конструкций компонентов микро- и наносистемной техники. Изучение дисциплины подкрепляется лабораторными и практическими занятиями. В результате изучения дисциплины, студенты должны быть готовы к работе с отдельными элементами микро- и наносистемной техники и их применению при создании технических систем различного функционального назначения.</p> |  | 4 |
| Б1.В.Д<br>5 | Системы автоматизированного проектирования микро- и наносистем  |  | 3 |

|                |  |  |   |
|----------------|--|--|---|
|                | <p>Основной целью изучения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования микро- и наносистем» является формирование способности самостоятельно работать на компьютере в средах современных САПР микро- и наносистем; готовность к расчету и моделированию основных параметров наноструктурных материалов, изделий и устройств на их основе, исходя из требуемых характеристик и условий эксплуатации.</p>   |  |   |
| Б1.В.Д<br>6    | <p>Микрооптика</p> <p>Основной целью изучения дисциплины «Микрооптика» является приобретение знаний в области оптических методах передачи и обработки информации и оптики движущихся тел, знать физические принципы, эффекты и процессы, лежащих в основе функционирования элементной базы и устройств интегральной оптики. В результате изучения дисциплины студенты должны уметь определять области использования устройств интегральной оптики, а также применять основные эффекты, лежащие в основе их функционирования. Данная дисциплина закладывает основы для последующего применения основных методов и алгоритмов расчета элементной базы и устройств интегральной оптики.</p> |  | 4 |
| Б1.В.Д<br>7    | <p>Междисциплинарный проект "Проектирование микро- и наносенсоров"</p> <p>Целью междисциплинарного курсового проекта является приобретение практических навыков проектирования микро- и наносенсоров, разработки их конструкции и топологии, а также разработка технологического процесса их изготовления. Задачей междисциплинарного курсового проекта является разработка конструкции чувствительного элемента микросенсора и технологического маршрута его изготовления в соответствии с техническим заданием.</p>  |  | 2 |
| Б1.В.Э<br>1.Д1 | <p>Физика микро- и наносистем</p> <p>Курс «Физика микро- и наносистем» дает основы для понимания и дальнейшего освоения принципов наноэлектроники, связанных с размерными эффектами и квантовыми ограничениями. Рассматриваются системы пониженной размерности – квантовые ямы, квантовые нити и квантовые точки. Изучаются квантово-механические явления в таких системах и влияние внешних электрического и магнитного полей. Рассматриваются теоретические и экспериментальные методы исследования систем пониженной размерности.</p>   |  |   |

|                |   |  |  |
|----------------|---|--|--|
| Б1.В.Э<br>1.Д2 | <p>Химия наносистем</p> <p>В рамках данной дисциплины рассматриваются основные классы нанокластеров и их реакций, методы их получения и свойства, термодинамика и кинетика межфазных границ, механизмы проявления химической активности наночастиц. Физическая химия поверхности твердого тела. Модели нанокластеров и их реакций. Химия наночастиц металлов и их оксидов. Наночастицы элементов группы углерода. Химия коллоидных кластеров и наноструктур. Макромолекулярные и супрамолекулярные наноструктуры. Размерные эффекты в нанохимии. Безопасность наноматериалов и процессов наноиндустрии.</p>   |  |  |
| Б1.В.Э<br>2.Д1 | <p>Микроприборы акустоэлектроники</p> <p>В рамках данной дисциплины рассматриваются физические основы акустоэлектроники, принцип действия, особенности и технические характеристики акустоэлектронных приборов и устройств. В следующих разделах представлены: основные термины и определения акустоэлектроники; материаловедческие и конструктивно-технологические основы микроприборов на поверхностных акустических волнах; линии задержки, полосовые фильтры и приборы обработки сложных сигналов на ПАВ; резонаторы и резонаторные фильтры на ПАВ; система радиочастотной идентификации на поверхностных акустических волнах; методы расчета микроприборов акустоэлектроники; микроприборы на объемных акустических волнах; применение приборов акустоэлектроники в науке и технике.</p> |  |  |
| Б1.В.Э<br>2.Д2 | <p>СВЧ микро- и наносистемы</p> <p>Основной целью изучения дисциплины «СВЧ микро- и наносистемы» является формирование представлений об элементной базе СВЧ электроники и приобретение навыков ее проектирования, исследования и применения. В результате изучения дисциплины студенты должны быть готовы к исследовательской деятельности по разработке и определению характеристик и областей применения СВЧ элементной базы.</p>   |  |  |
| Б1.В.Э<br>3.Д1 | <p>Бионаноинженерия и бионика</p> <p>Основной целью изучения дисциплины «Бионаноинженерия и бионика» является формирование представлений о возможности применения при создании технических систем архитектуры, материаловедческой базы и процессов, характерных для объектов живой природы, а также приобретение навыков использования</p>  |  |  |

|                |   |  |    |
|----------------|---|--|----|
|                | <p>биологических принципов организации и функционирования биообъектов при решении инженерных задач. В результате изучения дисциплины студенты должны быть готовы к исследовательской деятельности в области технического прототипирования элементов живых объектов, иметь представления о клеточной и тканевой инженерии.</p>   |  |    |
| Б1.В.Э<br>3.Д2 | <p>Микро- и наноэнергетика</p> <p>Основной целью изучения дисциплины «Микро- и наноэнергетика» является приобретение знаний в областях создания и применения нано- и микроэнергетических систем. Ее изучение направлено на ознакомление с базовыми физическими принципами функционирования нано- и микроэнергетических систем, характеристиками, конструкциями и особенностями их применения. Особое внимание уделено технологии нано- и микроэнергетических систем на основе МЭМС технологий.</p>  |  |    |
| Б2.Б.П<br>1    | <p>научно-исследовательская работа</p> <p>Научно-исследовательская работа обеспечивает приобретение теоретических знаний и практических навыков в области проведения самостоятельного научного исследования; формирование компетенций для успешной профессиональной деятельности; закрепление знаний по изучаемым дисциплинам; приобретение навыков работы с литературными источниками при построении и использовании интегрированных информационных систем.</p>  |  | 22 |
| Б2.Б.У<br>1    | <p>научно-исследовательская работа (получение первичных умений и навыков научно-исследовательской работы)</p> <p>Научно-исследовательская работа обеспечивает получение первичных умений и навыков научно-исследовательской работы.</p>   |  | 8  |
| Б2.Б.П<br>2    | <p>преддипломная практика</p> <p>Преддипломная практика имеет целью закрепление и расширение теоретических и практических знаний, овладение методами и методологией исследований, развитие навыков самостоятельного решения задач профессиональной деятельности и научного анализа полученных результатов, а также использования профессиональных знаний, полученных в процессе обучения и практических навыков ведения самостоятельной научно-исследовательской, производственно-технологической и организационно-управленческой работы и является основой для</p> |  | 21 |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | выполнения выпускной квалификационной работы. Основной задачей преддипломной практики является приобретение опыта научной и практической деятельности. |  |  |
|--|--|--|--|

### **5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) и практикам**

Фонды оценочных средств формируются профессорско-преподавательским составом вуза для каждой структурной единицы учебного плана. ФОС формируется как для промежуточной, так и для итоговой аттестации. В задачи разработчиков ОПОП входит общий контроль ФОС: каждый результат обучения (компетенция: знания, умения, владение опытом) предполагает существование отдельного средства контроля.

### **5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации**

Государственная итоговая аттестация осуществляется в соответствии с «Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры», утвержденным Приказом МОН РФ.

Государственная итоговая аттестация включает в себя государственный экзамен (если Организация включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации) и защиту выпускной квалификационной работы. Государственная итоговая аттестация является заключительным этапом освоения основной профессиональной образовательной программы.



В ходе государственной итоговой аттестации устанавливается уровень подготовки выпускника высшего учебного заведения к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям стандарта.

## Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП

Требования условиям реализации программы магистратуры

6.1. Требования к условиям реализации программы магистратуры включают в себя общесистемные требования, требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению, требования к кадровым и финансовым условиям реализации программы магистратуры, а также требования к применяемым механизмам оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе магистратуры.

6.2. Общесистемные требования к реализации программы магистратуры.

6.2.1. Организация должна располагать на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

6.2.2. Каждый обучающийся в течение всего периода обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Организации из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), как на территории Организации, так и вне ее. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций. Электронная информационно-образовательная среда Организации должна обеспечивать:

доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;

формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

В случае реализации программы магистратуры с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий электронная информационно-образовательная среда Организации должна дополнительно обеспечивать:

фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы магистратуры;

проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения,

дистанционных образовательных технологий;

взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети "Интернет".

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды должно соответствовать законодательству Российской Федерации.

6.2.3. При реализации программы магистратуры в сетевой форме требования к реализации программы магистратуры должны обеспечиваться совокупностью ресурсов материально-технического и учебно-методического обеспечения, предоставляемого организациями, участвующими в реализации программы магистратуры в сетевой форме.

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

6.3. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы магистратуры.

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

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

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

6.3.2. Организация должна быть обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

6.3.3. При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, на одного обучающегося из

числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

6.3.4. Обучающимся должен быть обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

6.3.5. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ должны быть обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

6.4. Требования к кадровым условиям реализации программы магистратуры.

6.4.1. Реализация программы магистратуры обеспечивается педагогическими работниками Организации, а также лицами, привлекаемыми Организацией к реализации программы магистратуры на иных условиях.

6.4.2. Квалификация педагогических работников Организации должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках и (или) профессиональных стандартах (при наличии).

6.4.3. Не менее 70 процентов численности педагогических работников Организации, участвующих в реализации программы магистратуры, и лиц, привлекаемых Организацией к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), должны вести научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля).

6.4.4. Не менее 5 процентов численности педагогических работников Организации, участвующих в реализации программы магистратуры, и лиц, привлекаемых Организацией к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), должны являться 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).

6.4.5. Не менее 60 процентов численности педагогических работников Организации и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности Организации на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), должны иметь 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).

6.4.6. Общее руководство научным содержанием программы магистратуры должно осуществляться научно-педагогическим работником Организации, имеющим ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации), осуществляющим самостоятельные научно-исследовательские (творческие) проекты (участвующим в осуществлении таких проектов) по направлению подготовки, имеющим ежегодные публикации по результатам указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляющим ежегодную апробацию результатов указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности на национальных и международных конференциях.

6.5. Требования к финансовым условиям реализации программы магистратуры.

6.5.1. Финансовое обеспечение реализации программы магистратуры должно осуществляться в объеме не ниже значений базовых нормативов затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования - программ магистратуры и значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Министерством образования и науки Российской Федерации.

6.6. Требования к применяемым механизмам оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе магистратуры.

6.6.1. Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе магистратуры определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой Организация принимает участие на добровольной основе.

6.6.2. В целях совершенствования программы магистратуры Организация при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе магистратуры привлекает работодателей и (или) их объединения, иных юридических и (или) физических лиц, включая педагогических работников Организации. В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по программе магистратуры обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

6.6.3. Внешняя оценка качества образовательной деятельности по

программе магистратуры в рамках процедуры государственной аккредитации осуществляется с целью подтверждения соответствия образовательной деятельности по программе магистратуры требованиям ФГОС ВО с учетом соответствующей ПООП.

6.6.4. Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе магистратуры может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников, отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии), требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.



**Раздел 7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ ПООП**

| №<br>п.п. | ФИО                             | Должность   | Подпись |
|-----------|---------------------------------|---|---------|
| 1         | Корляков Андрей<br>Владимирович | Директор НОЦ «Нанотехнологии», профессор кафедры<br>микро- и нанoeлектроники СПбГЭТУ "ЛЭТИ" |         |

## Приложение 1

### Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки (специальности) 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

| № п/п   | Код профессионального стандарта | Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта  |
|---|---------------------------------|---|
| 01. Образование и наука   |                                 |   |
| 1.  | 01.004                          | Профессиональный стандарт "Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. N 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015 г., регистрационный N 38993) |
| 29. Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования |                                 |   |
| 2.  | 29.008                          | Профессиональный стандарт «Специалист по технологии производства микро- и наноразмерных электромеханических систем», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 сентября 2016 г. № 520н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 сентября 2016 г., регистрационный № 43833)                          |
| 3.  | 29.007                          | Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 сентября 2016 г. № 521н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 сентября 2016 г., регистрационный № 43835)                                   |
| 4.  | 29.006                          | Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию систем в корпусе», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 сентября 2016 г. № 519н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 сентября 2016 г., регистрационный № 43832)  |
| 5.  | 29.005                          | Профессиональный стандарт «Специалист по технологии производства систем в корпусе», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 сентября 2016 г. №  |

|   |        |  |
|---|--------|--|
|   |        | 528н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 30 сентября 2016 г., регистрационный № 43887)   |
| 6.  | 29.002 | Профессиональный стандарт "Специалист технического обеспечения технологических процессов приборов квантовой электроники и фотоники", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 598н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 7 октября 2015 г., регистрационный N 39171)  |
| 7.  | 29.001 | Профессиональный стандарт "Специалист по проектированию и обслуживанию чистых производственных помещений для микро- и наноэлектронных производств", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 599н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 7 октября 2015 г., регистрационный N 39171)   |
| 40. Сквозные виды профессиональной деятельности |        |  |
| 8.  | 40.045 | Профессиональный стандарт "Инженер-проектировщик фотошаблонов для производства наносистем (включая наносенсорику и интегральные схемы)", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 г. N 455н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 18 августа 2014 г., регистрационный N 33629), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. N 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный N 45230) |
| 9.  | 40.040 | Профессиональный стандарт «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 г. № 456н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 18 августа 2014 г., регистрационный № 33630), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)             |
| 10.   | 40.035 | Профессиональный стандарт «Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 г. № 457н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 августа 2014 г., регистрационный № 33756), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н  |

|     |        |  |
|-----|--------|--|
|     |        | (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)  |
| 11. | 40.019 | Профессиональный стандарт «Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 апреля 2014 г. № 235н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 мая 2014 г., регистрационный № 32347), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230) |
| 12. | 40.016 | Профессиональный стандарт «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 апреля 2014 г. № 241н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 мая 2014 г., регистрационный № 32373), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)                              |
| 13. | 40.007 | Профессиональный стандарт «Инженер-технолог в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 февраля 2014 г. № 69н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 марта 2014 г., регистрационный № 31666), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)              |
| 14. | 40.006 | Профессиональный стандарт «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 февраля 2014 г. № 71н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 марта 2014 г., регистрационный № 31668), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г.,  |

|     |        |  |
|-----|--------|--|
|     |        | регистрационный № 45230)   |
| 15. | 40.003 | Профессиональный стандарт "Инженер-конструктор в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 февраля 2014 г. N 70н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 февраля 2014 г., регистрационный N 31390), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. N 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный N 45230) |

## Приложение 2

### Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программ Магистратура по направлению подготовки (специальности) 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

| Код и наименование профессионального стандарта   | Обобщенные трудовые функции |   |                      | Трудовые функции   |        |                                  |
|--|-----------------------------|---|----------------------|--|--------|----------------------------------|
|  | Код                         | Наименование  | Уровень квалификации | Наименование   | Код    | Уровень(подуровень) квалификации |
| 01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования | G                           | Научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ профессионального обучения, СПО и ДПП | 7                    | Разработка научно-методических и учебно-методических материалов, обеспечивающих реализацию программ профессионального обучения, СПО и(или) ДПП | G/01.7 | 7.3                              |
|  |                             |   |                      | Рецензирование и экспертиза научно-методических и учебно-методических материалов, обеспечивающих реализацию                                    | G/02.7 | 7.3                              |

|   |  |   |   |   |     |  |
|---|--|---|---|---|-----|--|
|   |  |   |   | программ профессионального обучения, СПО и(или) ДПП |     |  |
| Н | Преподавание по программам бакалавриата и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации | 7 | Профессиональная поддержка ассистентов и преподавателей, контроль качества проводимых ими учебных занятий   | Н/03.7  | 7.1 |  |
|   |  |   | Разработка под руководством специалиста более высокой квалификации учебно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) или отдельных видов учебных занятий программ бакалавриата и(или) ДПП | Н/04.7  | 7.1 |  |
| I | Преподавание по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и ДПП,                             | 8 | Преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей) по программам бакалавриата,  | I/01.7  | 7.2 |  |

|  |  |   |  |   |        |     |
|--|--|---|--|---|--------|-----|
|  |  | ориентированным на соответствующий уровень квалификации |  | специалитета, магистратуры и(или) ДПП   |        |     |
|  |  |   |  | Профессиональная поддержка специалистов, участвующих в реализации курируемых учебных курсов, дисциплин (модулей), организации учебно-профессиональной , исследовательской , проектной и иной деятельности обучающихся по программам ВО и(или) ДПП | I/02.7 | 7.3 |
|  |  |   |  | Руководство научно-исследовательской , проектной, учебно-профессиональной и иной деятельностью обучающихся по программам бакалавриата, специалитета,  | I/03.7 | 7.2 |



|  |   |   |   |  |        |     |
|--|---|---|---|--|--------|-----|
|  |   |   |   | магистратуры<br>и(или) ДПП   |        |     |
|  | Ж | Преподавание по программам аспирантуры (адъюнктуры), ординатуры, ассистентуры-стажировки и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации | 8 | Преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей) по программам подготовки кадров высшей квалификации и(или) ДПП            | Ж/01.7 | 7.3 |
| 40.045 Инженер-проектировщик фотошаблонов для производства наносистем (включая наносенсорику и интегральные схемы) | В | Разработка маршрута проектирования фотошаблонов в технологии субмикронного и нанометрового диапазонов   | 7 | Проведение анализа этапов проектирования и разработка требований и спецификаций к ядру системы проектирования фотошаблонов | В/01.7 | 7   |
|  |   |   |   | Разработка требований, спецификаций и формирование перечня прикладного программного обеспечения маршрута проектирования    | В/02.7 | 7   |

|  |   |  |   |  |        |   |
|--|---|--|---|--|--------|---|
|  |   |  |   | фотошаблонов под требуемый уровень технологии  |        |   |
|  |   |  |   | Проведение тестирования и верификации разработанного маршрута проектирования фотошаблонов                                      | В/03.7 | 7 |
|  | С | Выполнение внутрипроизводственных мероприятий по обеспечению информационной безопасности при проектировании фотошаблонов | 7 | Проведение анализа новейших исследований в области информационной безопасности и защиты данных при проектировании фотошаблонов | С/01.7 | 7 |
|  |   |  |   | Разработка регламента обеспечения информационной защиты проектных решений при проектировании фотошаблонов                      | С/02.7 | 7 |
|  |   |  |   | Контроль выполнения внутреннего регламента   | С/03.7 | 7 |

|  |   |  |   |   |        |   |
|--|---|--|---|---|--------|---|
|  |   |  |   | информационной защиты проектных решений   |        |   |
| 40.040 Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков | Е | Разработка топологии, физического представления СФ-блока | 7 | Размещение и соединение элементов электрической схемы СФ-блока  | Е/01.7 | 7 |
|  |   |  |   | Автоматическое размещение и соединение элементов электрической схемы СФ-блока   | Е/02.7 | 7 |
|  |   |  |   | Экстракция паразитных элементов из топологии и проверка топологии СФ-блока на соответствие электрической схеме СФ-блока     | Е/03.7 | 7 |
|  |   |  |   | Проверка топологии на соответствие правилам проектирования, генерация файлов для проведения синтеза топологии из логической | Е/04.7 | 7 |

|   |   |   |  |        |   |  |
|---|---|---|--|--------|---|--|
|   |   |   |  | схемы  |   |  |
| F | Разработка поведенческого описания модели СФ-блока                                    | 7 | Поведенческое описание СФ-блока  | F/01.7 | 7 |  |
|   |   |   | Функционально-логическое моделирование СФ-блока, проверка соответствия функционирования поведенческой модели СФ-блока и электрической схемы СФ-блока | F/02.7 | 7 |  |
| D | Разработка электрических схем, характеристика сложнофункциональных блоков (СФ-блоков) | 7 | Разработка электрической принципиальной схемы СФ-блока   | D/01.7 | 7 |  |
|   |   |   | Автоматический синтез логической схемы СФ-блока  | D/02.7 | 7 |  |
|   |   |   | Определение основных статических и динамических характеристик СФ-блока   | D/03.7 | 7 |  |
|   |   |   | Генерация файлов для синтеза логической схемы из поведенческого  | D/04.7 | 7 |  |

|  |   |  |   |  |        |   |
|--|---|--|---|--|--------|---|
|  |   |  |   | описания с использованием СФ-блока   |        |   |
|  | G | Коррекция ошибок библиотеки стандартных ячеек, разработка технической документации на характеристики СФ-блока (сопровождение библиотеки) | 7 | Синтез тестовых описаний, логических схем                                    | G/01.7 | 7 |
| Моделирование синтезированных логических схем  |   |  |   | G/02.7   | 7      |   |
| Коррекции файлов для синтеза логической схемы и топологии, управление системой контроля версий |   |  |   | G/03.7   | 7      |   |
| Разработка технической документации на СФ-блок   |   |  |   | G/04.7   | 7      |   |
| 40.035 Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков                              | D | Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговый СФ-блок и отдельные аналоговые блоки              | 7 | Организация выполнения работ по проектированию аналогового СФ-блока          | D/01.7 | 7 |
|  |   |  |   | Контроль первичных технических требований, выбор технологического базиса для | D/02.7 | 7 |

|  |  |  |  |  |        |   |
|--|--|--|--|--|--------|---|
|  |  |  |  | аналогового СФ-блока   |        |   |
|  |  |  |  | Заключительный расчет и анализ параметров СФ-блока на основе выполненных предыдущих проектов   | D/03.7 | 7 |
|  |  |  |  | Разработка блок-схемы аналогового СФ-блока на основе первичного технического задания (определение состава СФ-блока, отдельных аналоговых блоков) | D/04.7 | 7 |
|  |  |  |  | Разработка аналоговой поведенческой модели всего СФ-блока и отдельных блоков с учетом физических ограничений                                     | D/05.7 | 7 |
|  |  |  |  | Компьютерное моделирование и верификация поведенческой модели всего СФ-  | D/06.7 | 7 |

|                   |   |  |   |   |        |   |
|-------------------|---|--|---|---|--------|---|
|                   |   |  |   | блока и отдельных блоков  |        |   |
|                   |   |  |   | Контроль соблюдения технического задания на весь аналоговый СФ-блок и проверка технических требований для отдельных аналоговых блоков | D/07.7 | 7 |
|                   | E | Разработка технических описаний на отдельные аналоговые блоки и комплекта конструкторской и технической документации на аналоговый СФ-блок | 7 | Разработка технических описаний на отдельные аналоговые блоки   | E/01.7 | 7 |
|                   |   |  |   | Разработка требуемого комплекта технических документов на СФ-блок   | E/02.7 | 7 |
|                   |   |  |   | Подготовка коммерческого функционального описания, инструкции по типовому использованию аналогового СФ-блока                          | E/03.7 | 7 |
| 40.019 Специалист | C | Выполнение работ   | 7 | Разработка  | C/01.7 | 7 |

|  |   |   |   |   |   |        |   |
|--|---|---|---|---|---|--------|---|
| по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем |   | по верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков   |   | верификационных планов для ИС и составляющих ее СФ-блоков   |   |        |   |
|  |   |   |   | Проверка работоспособности и целевого программного обеспечения на модели и прототипе ИС                                   | C/02.7  | 7      |   |
|  |   |   |   | Исследование функциональных и электрических параметров моделей СФ-блоков и ИС в предельно-допустимых и предельных режимах | C/03.7  | 7      |   |
|  |   |   |   | Проведение предварительного анализа результатов тестов  | C/04.7  | 7      |   |
|  | D | Выполнение работ по созданию сред верификации моделей, сопровождению разработки прототипов ИС и составляющих ее | 7 |   | Разработка структуры среды верификации ИС или СФ-блоков | D/01.7 | 7 |
|  |   |   |   |   | Разработка высокоуровневых (эталонных) моделей СФ-      | D/02.7 | 7 |



|   |   |  |   |  |        |   |
|---|---|--|---|--|--------|---|
|   |   | блоков   |   | блоков   |        |   |
|   |   |  |   | Разработка сред верификации для модели ИС и СФ-блоков  | D/03.7 | 7 |
|   |   |  |   | Сопровождение процесса создания программного прототипа ИС  | D/04.7 | 7 |
|   |   |  |   | Сопровождение процесса создания аппаратного прототипа ИС   | D/05.7 | 7 |
| 40.016 Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле | А | Разработка функционального описания и технического задания на систему на кристалле (СнК) | 7 | Инициирование постановки работ по проектированию СнК, определение области применения СнК и выбор технологического базиса для СнК (технологии изготовления) | A/01.7 | 7 |
|   |   |  |   | Разработка блок-схемы алгоритма функционирования системы на основе первичного технического задания   | A/02.7 | 7 |

|  |  |  |  |   |        |   |
|--|--|--|--|---|--------|---|
|  |  |  |  | Разработка набора тестов системного уровня и проведение верификации поведенческой модели всей СнК   | A/03.7 | 7 |
|  |  |  |  | Определение набора блоков, реализуемых в виде аппаратной части, и набора блоков, реализуемых в виде программной части (разбиение СнК на аппаратную и программную части) | A/04.7 | 7 |
|  |  |  |  | Разработка архитектуры всей СнК на основе сложнофункциональных блоков   | A/05.7 | 7 |
|  |  |  |  | Проведение верификации разработанного архитектурного решения  | A/06.7 | 7 |
|  |  |  |  | Разработка общей концепции тестирования СнК,  | A/07.7 | 7 |

|   |   |   |   |  |        |   |
|---|---|---|---|--|--------|---|
|   |   |   |   | включая разработку тестовых векторов и стратегию кристального тестирования |        |   |
|   |   |   |   | Разработка технического задания на программную и аппаратную части СнК      | А/08.7 | 7 |
| В | Разработка синтезпригодного описания уровня регистровых передач | 7 | Разработка детального плана верификации функционального описания СнК  | В/01.7   | 7      |   |
|   |   |   | Разработка функционального описания цифровых блоков аппаратной части СнК                                      | В/02.7   | 7      |   |
|   |   |   | Моделирование функционального описания с использованием программ событийного и (или) временного моделирования | В/03.7   | 7      |   |
|   |   |   | Моделирование разработанных   | В/04.7   | 7      |   |

|  |   |   |   |  |        |   |
|--|---|---|---|--|--------|---|
|  |   |   |   | цифровых блоков в составе всей системы в целом   |        |   |
|  |   |   |   | Проведение программно-аппаратной верификации СнК   | В/05.7 | 7 |
|  |   |   |   | Разработка и моделирование тестового воздействия и тестового вектора на функциональные блоки | В/06.7 | 7 |
|  | С | Синтез логической схемы в базе выбранной технологической библиотеки на основе заданных временных и физических ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования | 7 | Разработка набора ограничений на процесс синтеза   | С/01.7 | 7 |
|  |   |   |   | Разработка списка цепей в базе библиотеки фабрики-изготовителя СнК                           | С/02.7 | 7 |
|  |   |   |   | Проведение формальной логической верификации (LEC) на соответствие RTL-описания списку цепей | С/03.7 | 7 |
|  |   |   |   | Разработка и   | С/04.7 | 7 |

|   |  |   |  |   |        |   |
|---|--|---|--|---|--------|---|
|   |  |   |  | встраивание средства для самотестирования и кристального тестирования |        |   |
|   |  |   |  | Моделирование полученного списка цепей цифровой части СнК             | C/05.7 | 7 |
| D | Разработка топологического описания на основе полученного списка цепей с учетом набора ограничений | 7 | Размещение стандартных ячеек и выполнение предварительной трассировки                                      | D/02.7  | 7      |   |
|   |  |   | Разработка плана кристалла, размещение блоков  | D/01.7  | 7      |   |
|   |  |   | Осуществление предварительной экстракции паразитных параметров, проведение статического временного анализа | D/03.7  | 7      |   |
|   |  |   | Проведение анализа потребляемой мощности и распределения   | D/04.7  | 7      |   |

|   |   |   |   |  |        |   |
|---|---|---|---|--|--------|---|
|   |   |   |   | тепла по кристаллу                                   |        |   |
|   |   |   |   | Разработка ограничения для дерева синхросигналов СнК | D/05.7 | 7 |
|   |   |   |   | Осуществление детальной трассировки СнК              | D/06.7 | 7 |
| E | Разработка аналоговой части интегральной схемы или системы на кристалле | 7 | Проведение анализа технического задания на аналоговую часть, разработка архитектуры аналоговой подсистемы   | E/01.7   | 7      |   |
|   |   |   | Проектировка поведенческой модели аналоговой части проекта для моделирования в составе всей системы в целом | E/02.7   | 7      |   |
|   |   |   | Осуществление верификации поведенческой модели в составе всей СнК   | E/03.7   | 7      |   |
|   |   |   | Разработка  | E/04.7   | 7      |   |

|  |  |  |  |   |        |   |
|--|--|--|--|---|--------|---|
|  |  |  |  | схемотехнических описаний блоков аналоговой части   |        |   |
|  |  |  |  | Моделирование и анализ результатов моделирования отдельных аналоговых блоков и аналоговой части в целом           | E/05.7 | 7 |
|  |  |  |  | Разработка топологических представлений отдельных аналоговых блоков и аналоговой части в целом                    | E/06.7 | 7 |
|  |  |  |  | Выполнение верификации и моделирование топологического представления аналоговых блоков и аналоговой части в целом | E/07.7 | 7 |
|  |  |  |  | Интеграция топологического представления аналоговой части в состав топологии всей системы в целом                 | E/08.7 | 7 |

|  |   |  |   |  |        |   |
|--|---|--|---|--|--------|---|
|  | F | Разработка комплекта конструкторской и технической документации на систему на кристалле                          | 7 | Разработка описания СнК, разработка комплекта технических документов, подготовка описания и назначения использования чипа СнК          | F/01.7 | 7 |
| 40.007 Инженер-технолог в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем | А | Моделирование, разработка и внедрение новых технологических процессов производства наногетероструктурных МИС СВЧ | 7 | Анализ мирового опыта применения материалов наногетероструктурной электроники СВЧ  | A/01.7 | 7 |
|  |   |  |   | Разработка планов создания и модернизации технологических линий для освоения новых направлений в наногетероструктурной электронике СВЧ | A/02.7 | 7 |
|  |   |  |   | Подготовка технического задания (ТЗ) на проведение опытно-технологических работ (ОТР) по   | A/03.7 | 7 |



|  |  |  |  |   |        |   |
|--|--|--|--|---|--------|---|
|  |  |  |  | разработке новых технологических процессов производства МИС СВЧ   |        |   |
|  |  |  |  | Моделирование наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том чис | A/04.7 | 7 |
|  |  |  |  | Подготовка технического задания (ТЗ) на разработку маршрутных и операционных карт производства МИС СВЧ на основе разработанной  | A/05.7 | 7 |

|   |   |   |  |  |   |  |
|---|---|---|--|--|---|--|
|   |   |   |  | конструкторской документации (КД), документации на отработанные технологические процессы (ТП) и данных моделирования |   |  |
| В | Подготовка комплекта технологической документации (ТД) производства наногетероструктурных МИС СВЧ, организация и сопровождение технологического процесса производства | 7 | Разработка комплекта технологической документации для производства МИС СВЧ на основе ТЗ и нормативной документации | В/01.7   | 7 |  |
|   |   |   | Планирование и организация сопровождения технологического процесса производства МИС СВЧ                            | В/02.7   | 7 |  |
|   |   |   | Разработка методики входного, межоперационного и выходного контроля при производстве наногетероструктурных МИС СВЧ | В/03.7   | 7 |  |

|  |   |  |   |  |        |   |
|--|---|--|---|--|--------|---|
|  |   |  |   | Реализация технологии на основе электронной литографии   | В/04.7 | 7 |
|  |   |  |   | Реализация технологии на основе проекционной литографии  | В/05.7 | 7 |
|  |   |  |   | Организация работы по повышению выхода годных МИС, разработка ТЗ для корректировки технологических операций  | В/06.7 | 7 |
|  | С | Осуществление проектирования и изготовления методами эпитаксии наногетероструктур для ОТР и производства МИС СВЧ | 7 | Проведение расчета параметров технологического процесса эпитаксиального выращивания наногетероструктур на подложках, применяемых в СВЧ-электронике | С/01.7 | 7 |
|  |   |  |   | Подготовка и квалификация машин к росту  | С/02.7 | 7 |

|  |   |  |   |   |        |   |
|--|---|--|---|---|--------|---|
|  |   |  |   | продукции   |        |   |
|  |   |  |   | Определение методик тестирования качества эпитаксиальных слоев  | C/03.7 | 7 |
|  |   |  |   | Проведение статистического анализа поведения установки во время исследования, статистическое сопровождение по группам продукции и контроль качества по спецификации заказчика | C/04.7 | 7 |
|  | D | Проведение ОТР по разработке базовых технологических процессов МИС СВЧ | 7 | Управление командой по реализации ОТР   | D/04.7 | 7 |
|  |   |  |   | Анализ КД и ТЗ на проведение ОТР, оценка достижимости заданных параметров МИС СВЧ по выбираемой или заданной технологии   | D/01.7 | 7 |

|   |   |   |   |  |        |   |
|---|---|---|---|--|--------|---|
|   |   |   |   | Определение базовых технологических процессов, применяемых материалов и оборудования для изготовления опытных образцов МИС СВЧ                                     | D/02.7 | 7 |
|   |   |   |   | Согласование принимаемых решений с представителями заказчика, конструкторскими подразделениями, метрологической службой и другими смежными структурами организации | D/03.7 | 7 |
| 40.006 Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем | А | Обеспечение функционирования наноэлектронного производства в соответствии с технологической документацией. Поддержка и улучшение существующих | 7 | Контроль за соблюдением технологической дисциплины (технологических процессов) в цехах и правильной эксплуатацией технологического оборудования                    | A/01.7 | 7 |
|   |   |   |   | Контроль   | A/02.7 | 7 |

|  |  |   |  |  |        |   |
|--|--|---|--|--|--------|---|
|  |  | технологических процессов и необходимых режимов производства выпускаемой организацией продукции |  | параметров технологической операции  |        |   |
|  |  |   |  | Обеспечение технологического участка необходимыми оборудованием, расходными материалами  | A/03.7 | 7 |
|  |  |   |  | Разработка предложений по модернизации технологического процесса   | A/04.7 | 7 |
|  |  |   |  | Разработка рекомендаций по модернизации технологического оборудования и технологической оснастки на выпускаемую организацией продукцию | A/05.7 | 7 |
|  |  |   |  | Разработка и реализация мероприятий по устранению причин брака выпускаемой продукции   | A/06.7 | 7 |
|  |  |   |  | Обработка  | A/07.7 | 7 |

|   |  |   |  |  |   |  |
|---|--|---|--|--|---|--|
|   |  |   |  | поступающих рекламаций на выпускаемую организацией продукцию |   |  |
| В | Разработка и внедрение современных технологических процессов, освоение нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства на выпускаемую организацией продукцию | 7 | Разработка технологических процессов и внедрение их в производство   | В/01.7   | 7 |  |
|   |  |   | Оптимизация параметров технологических операций  | В/02.7   | 7 |  |
|   |  |   | Освоение и внедрение технологических процессов и необходимых режимов производства на выпускаемую продукцию | В/03.7   | 7 |  |
|   |  |   | Экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов  | В/04.7   | 7 |  |
|   |  |   | Экспериментальные работы и освоение нового оборудования и технологической                                  | В/05.7   | 7 |  |

|  |   |  |   |  |        |   |
|--|---|--|---|--|--------|---|
|  |   |  |   | оснастки   |        |   |
|  |   |  |   | Экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки                                      | В/06.7 | 7 |
|  | С | Разработка программ внедрения новой техники и технологий по своему направлению.<br>Разработка технологических маршрутов изготовления нанoeлектронных изделий | 7 | Разработка пооперационного маршрута изготовления нанoeлектронных изделий в составе проектной группы  | С/01.7 | 7 |
|  |   |  |   | Разработка и экспериментальная проверка технологических процессных блоков (микромаршруты), объединение их в общий маршрут изготовления нанoeлектронных изделий | С/02.7 | 7 |
|  |   |  |   | Планирование, контроль монтажа и запуска нового оборудования   | С/03.7 | 7 |



|   |   |   |   |   |        |   |
|---|---|---|---|---|--------|---|
|   | D | Руководство деятельностью подчиненных инженеров-технологов  | 7 | Подготовка исполнителей к работе на технологическом оборудовании, выполнению технологических операций   | D/01.7 | 7 |
|   |   |   |   | Контроль соблюдения подчиненными требований техники безопасности и охраны труда, экологической безопасности                                     | D/03.7 | 7 |
| 40.003 Инженер-конструктор в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем | B | Выполнение опытно-конструкторских работ полного цикла по созданию наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем (МИС СВЧ), руководство их конструированием и испытанием | 7 | Конструирование наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем в соответствии с техническим заданием для выбираемой технологии | B/01.7 | 7 |
|   |   |   |   | Руководство опытно-конструкторской работой (ОКР)  | B/04.7 | 7 |
| 29.008 Специалист по технологии   | C | Разработка маршрута   | 7 | Разработка и утверждение  | C/01.7 | 7 |

|   |   |   |   |   |        |   |
|---|---|---|---|---|--------|---|
| производства<br>микро- и<br>наноразмерных<br>электромеханичес<br>ких систем |   | изготовления<br>микро- и<br>наноразмерных<br>электромеханичес<br>ких систем |   | технического задания на разработку маршрута и комплекта технологической документации  |        |   |
|   |   |   |   | Экспериментальная проверка процессов, микро-маршрутов и объединение их в общий маршрут изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем | C/02.7 | 7 |
|   |   |   |   | Формирование и утверждение комплекта технологической документации на маршрут изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем           | C/03.7 | 7 |
|   | D | Сопровождение производственного цикла изготовления микро- и                 | 7 | Мониторинг технологических процессов производства микро- и  | D/01.7 | 7 |

|  |  |   |  |  |        |   |
|--|--|---|--|--|--------|---|
|  |  | наноразмерных<br>электромеханичес<br>ких систем |  | наноразмерных<br>электромеханичес<br>ких систем  |        |   |
|  |  |   |  | Организация и<br>проведение<br>мероприятий по<br>обеспечению<br>производства<br>микро- и<br>наноразмерных<br>электромеханичес<br>ких систем<br>необходимой<br>оснасткой и<br>расходными<br>материалами | D/02.7 | 7 |
|  |  |   |  | Анализ и<br>устранение<br>причин<br>отклонений<br>выходных<br>параметров<br>технологической<br>операции  | D/03.7 | 7 |
|  |  |   |  | Подготовка<br>технических<br>решений по<br>оптимизации<br>технологического<br>процесса<br>изготовления<br>микро- и<br>наноразмерных<br>электромеханичес  | D/04.7 | 7 |

|   |  |   |   |   |        |   |
|---|--|---|---|---|--------|---|
|   |  |   |   | ких систем  |        |   |
|   |  |   |   | Осуществление контроля соблюдения технологической дисциплины на производственных участках | D/05.7 | 7 |
| E | Проведение экспериментальных исследований, модернизация технологического маршрута производства микро- и наноразмерных электромеханических систем | 7 | Организация и проведение экспериментальных исследований технологических модулей и процессов   | E/01.7  | 7      |   |
|   |  |   | Выполнение мероприятий по внедрению разработанных процессов и маршрутов в серийное производство   | E/02.7  | 7      |   |
|   |  |   | Планирование работ по переоснащению производственных участков новыми технологическим и аналитическим оборудованием, оснасткой и материалами | E/03.7  | 7      |   |

|   |   |   |   |   |        |   |
|---|---|---|---|---|--------|---|
| 29.007 Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем | D | Разработка функционального описания и технического задания на разработку микроэлектромеханической системы | 7 | Разработка функциональной блок-схемы микроэлектромеханической системы на основе первичного технического задания | D/01.7 | 7 |
|   |   |   |   | Определение набора физических блоков микроэлектромеханической системы на основе функциональной блок-схемы       | D/02.7 | 7 |
|   |   |   |   | Разработка концепции тестирования микроэлектромеханической системы, включая кристалльное тестирование           | D/03.7 | 7 |
|   |   |   |   | Разработка технического задания на микроэлектромеханическую систему   | D/04.7 | 7 |
|   | E | Сопровождение работ по проекту, контроль  | 7 | Организация выполнения работ по   | E/01.7 | 7 |

|  |   |  |   |   |        |   |
|--|---|--|---|---|--------|---|
|  |   | требований<br>технического<br>задания на<br>разработку<br>микроэлектромеха<br>нической системы |   | проектированию<br>микроэлектромеха<br>нической системы  |        |   |
|  |   |  |   | Контроль<br>первичных<br>технических<br>требований, выбор<br>элементной базы и<br>основных<br>функциональных и<br>конструкционных<br>материалов<br>микроэлектромеха<br>нической системы | E/02.7 | 7 |
|  |   |  |   | Адаптация<br>поведенческих<br>моделей элементов<br>микроэлектромеха<br>нической системы<br>с учетом<br>физических<br>ограничений  | E/03.7 | 7 |
|  |   |  |   | Контроль<br>соблюдения<br>требований<br>технического<br>задания на<br>разработку<br>микроэлектромеха<br>нической системы  | E/04.7 | 7 |
|  | F | Разработка<br>комплекта<br>конструкторской и   | 7 | Организация<br>разработки<br>технических  | F/01.7 | 7 |

|  |   |  |   |  |        |   |
|--|---|--|---|--|--------|---|
|  |   | технической документации на микроэлектромеханическую систему                   |   | описаний на отдельные функциональные блоки микроэлектромеханической системы  |        |   |
|  |   |  |   | Руководство разработкой требуемого комплекта технических документов на микроэлектромеханическую систему                                | F/02.7 | 7 |
|  |   |  |   | Осуществление подготовки коммерческого функционального описания, инструкции по типовому использованию микроэлектромеханической системы | F/03.7 | 7 |
| 29.006 Специалист по проектированию систем в корпусе | С | Разработка и моделирование конструкции и топологии изделий «система в корпусе» | 7 | Разработка архитектуры изделий «система в корпусе»   | С/01.7 | 7 |
|  |   |  |   | Расчет, моделирование и трассировка отдельных частей изделий «система  | С/02.7 | 7 |

|  |   |   |   |  |        |   |
|--|---|---|---|--|--------|---|
|  |   |   |   | в корпусе»   |        |   |
|  |   |   |   | Проведение трассировки и компоновки изделий «система в корпусе»  | C/03.7 | 7 |
|  |   |   |   | Проверка топологии на соответствие технологическим нормам  | C/04.7 | 7 |
|  |   |   |   | Разработка рабочей топологии и плана технологии монтажа и сборки электронной компонентной базы изделий «система в корпусе» | C/05.7 | 7 |
|  | D | Разработка эскизного проекта, структурной схемы, схемотехнической модели и электрической принципиальной схемы «системы в корпусе» | 7 | Разработка функциональной схемы изделий «система в корпусе»  | D/01.7 | 7 |
|  |   |   |   | Выбор материалов и электронных компонентов для конструкции изделий «система в корпусе»                                     | D/02.7 | 7 |



|   |   |   |   |   |        |   |
|---|---|---|---|---|--------|---|
|   |   |   |   | Разработка топологии отдельных блоков изделий «система в корпусе»                     | D/03.7 | 7 |
|   |   |   |   | Выбор технологии корпусирования и конструкции корпуса для изделий «система в корпусе» | D/04.7 | 7 |
| E | Постановка работ, управление бизнес-процессами создания изделий «система в корпусе» | 7 | Организация выполнения работ по проектированию изделий «система в корпусе»  | E/01.7  | 7      |   |
|   |   |   | Анализ исходных технических требований, выбор конструктивно-технологического базиса для изделий «система в корпусе» | E/02.7  | 7      |   |
|   |   |   | Технико-экономическое обоснование проведения разработки «системы в корпусе»   | E/03.7  | 7      |   |

|   |   |  |   |  |        |   |
|---|---|--|---|--|--------|---|
|   |   |  |   | Утверждение и выпуск документации для организации серийного выпуска изделий «система в корпусе»  | E/04.7 | 7 |
|   |   |  |   | Разработка и утверждение программы измерений и испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе» на соответствие требованиям технического задания | E/05.7 | 7 |
|   |   |  |   | Анализ результатов проведения предварительных испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе» и их утверждение                                  | E/06.7 | 7 |
| 29.005 Специалист по технологии производства систем в корпусе | D | Разработка, контроль и корректировка технологических маршрутов и технологических | 7 | Согласование технического задания на технологический маршрут изготовления  | D/01.7 | 7 |

|  |  |  |  |  |        |   |
|--|--|--|--|--|--------|---|
|  |  | процессов изготовления изделий «система в корпусе» |  | изделий «система в корпусе»  |        |   |
|  |  |  |  | Выбор конструктивно-технологических вариантов создания пассивной части схемы с учетом конструкции корпуса и сборки изделий «система в корпусе» | D/02.7 | 7 |
|  |  |  |  | Разработка технологического маршрута на изготовление изделий «система в корпусе» на основе технического задания                                | D/03.7 | 7 |
|  |  |  |  | Разработка комплекта технологической документации на изготовление изделий «система в корпусе»  | D/04.7 | 7 |
|  |  |  |  | Корректировка технологического маршрута на изготовление  | D/05.7 | 7 |

|  |   |   |   |  |        |   |
|--|---|---|---|--|--------|---|
|  |   |   |   | изделий «система в корпусе» в соответствии с требованиями технического задания и техническими условиями на изделие |        |   |
|  |   |   |   | Технологическая подготовка производства изделий «система в корпусе»  | D/06.7 | 7 |
|  | E | Руководство производством изделий «система в корпусе» | 7 | Организация взаимодействий между участниками производства изделий «система в корпусе»                              | E/01.7 | 7 |
|  |   |   |   | Технологический контроль производства изделий «система в корпусе»  | E/02.7 | 7 |
|  |   |   |   | Обеспечение производства изделий «система в корпусе»   | E/03.7 | 7 |
|  |   |   |   | Контроль соблюдения охраны труда,  | E/04.7 | 7 |

|  |   |   |   |   |        |   |
|--|---|---|---|---|--------|---|
|  |   |   |   | экологической безопасности и технологической дисциплины   |        |   |
|  |   |   |   | Разработка планов по внедрению нового оборудования и внедрение его в производство изделий «система в корпусе» | E/05.7 | 7 |
|  |   |   |   | Разработка и внедрение новых технологических процессов изготовления изделий «система в корпусе»               | E/06.7 | 7 |
|  |   |   |   | Разработка и внедрение новых методик контроля качества изделий «система в корпусе»                            | E/07.7 | 7 |
| 29.002 Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой | F | Координация работ по технической подготовке и сопровождению производства приборов квантовой | 7 | Принятие решений о готовности производства к серийному выпуску нового изделия                                 | F/01.7 | 7 |
|  |   |   |   | Разработка требований к   | F/02.7 | 7 |

|                        |  |   |  |   |        |   |
|------------------------|--|---|--|---|--------|---|
| электроники и фотоники |  | электроники и фотоники на базе нанотехнологий |  | уровню технической подготовки производства и контрольных показателей для его оценки   |        |   |
|                        |  |   |  | Организация работ и управление персоналом с учетом требований системы менеджмента качества, охраны труда, экологической безопасности  | F/03.7 | 7 |
|                        |  |   |  | Согласование выбора технологического оборудования совместно с профильными специалистами организации с учетом особенностей нанотехнологических процессов, а также надежности, ремонтпригодности, доступности сервиса производителя и | F/04.7 | 7 |

|  |  |  |  |   |        |   |
|--|--|--|--|---|--------|---|
|  |  |  |  | поставок запчастей  |        |   |
|  |  |  |  | Оценка возможности и целесообразности реализации вариантов технологических процессов с подготовкой возможных корректирующих и предупреждающих мер, нацеленных на предотвращение появления брака и нарушение действующих норм и правил | F/05.7 | 7 |
|  |  |  |  | Составление бюджета, порядка расходования денежных средств и управление подведомственным и ресурсами  | F/06.7 | 7 |
|  |  |  |  | Разработка организационной структуры подразделения с определением численности и квалификационн  | F/07.7 | 7 |

|   |   |   |   |   |        |   |
|---|---|---|---|---|--------|---|
|   |   |   |   | о уровня персонала  |        |   |
| 29.001 Специалист по проектированию и обслуживанию чистых производственных помещений для микро- и наноэлектронных производств | С | Разработка инфраструктуры и инженерных систем чистых производственных помещений для обслуживания технологического процесса микро- и наноэлектронных производств | 7 | Разработка задания на проектирование инженерных систем чистых производственных помещений          | С/01.7 | 7 |
|   |   |   |   | Проведение расчетно-конструкторских работ для инженерных систем чистых производственных помещений | С/02.7 | 7 |
|   |   |   |   | Планирование размещения инженерных систем в чистых производственных помещениях                    | С/03.7 | 7 |
|   |   |   |   | Выбор оборудования и материалов для инженерных систем чистых производственных помещений           | С/04.7 | 7 |
|   |   |   |   | Разработка регламента по обслуживанию,  | С/05.7 | 7 |



|   |   |   |   |  |   |  |
|---|---|---|---|--|---|--|
|   |   |   |   | ремонт и поверке инженерных систем чистых производственных помещений |   |  |
| D | Разработка и аттестация проектов чистых производственных помещений для микро- и наноэлектронных производств | 7 | Формирование технического задания на проектирование чистого производственного помещения | D/01.7   | 7 |  |
|   |   |   | Разработка проектной документации чистых производственных помещений                     | D/02.7   | 7 |  |
|   |   |   | Выбор материалов для строительства чистых производственных помещений                    | D/03.7   | 7 |  |
|   |   |   | Проведение экспертизы проектов чистых производственных помещений                        | D/04.7   | 7 |  |
|   |   |   | Проверка корректности и утверждение проектной документации                              | D/05.7   | 7 |  |

|  |  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|--|---|--|--|
|  |  |  |  | чистых<br>производственных<br>помещений и<br>инженерных<br>систем |  |  |
|--|--|--|--|---|--|--|