

---

«Московский институт электронной техники»



«23» декабря 2020 г.

Направленность (профиль)— «Квантовые приборы и нанoeлектроника»

2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Учебная практика – ознакомительная практика участвует в формировании следующих компетенций/подкомпетенций:

**Компетенция ПК-1** «Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования» **сформулирована на основе профессионального стандарта:**

40.040 Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков

**Обобщенная трудовая функция:** Разработка электрических схем и характеристика стандартных ячеек библиотеки

**Трудовые функции:** А/01.6 «Разработка электрических схем стандартных ячеек библиотеки»

**Тип задач профессиональной деятельности** - Научно-исследовательский

| Подкомпетенции, формируемые на практике                                                                              | Задачи профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Индикаторы достижения подкомпетенций                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.УПБ «Способен моделировать приборы нанoeлектроники, используя общеизвестные физические и математические модели» | <ul style="list-style-type: none"><li>– анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;</li><li>– математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;</li><li>– участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и</li></ul> | <b>Опыт деятельности:</b><br>- физико-математического моделирования приборов нанoeлектроники, используя общеизвестные физические и математические модели; |

|  |                                                                                                                                                    |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | технических средств;<br>– подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах; |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Компетенция ПК-2.** «Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения» **сформулирована на основе профессионального стандарта:**

40.104 Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

**Обобщенная трудовая функция:** Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.

**Трудовые функции:** С/01.6 «Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур».

**Тип задач профессиональной деятельности** - Научно-исследовательский

| Подкомпетенции, формируемые на практике                                                                                                      | Задачи профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Индикаторы достижения подкомпетенций                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2.УПБ «Способен реализовывать на практике эффективные методики экспериментального исследования приборов, схем и структур нанoeлектроники» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;</li> <li>– математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;</li> <li>– участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с</li> </ul> | <p><b>Опыт деятельности:</b></p> <p>- работы на современном научно-исследовательском оборудовании для проведения экспериментов или моделирования электронных процессов в полупроводниковых структурах.</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                        |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | применением современных информационных технологий и технических средств;<br>– подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах; |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 2. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Основной миссией образовательной программы (ОП) является формирование у студентов социальных, личностных и профессиональных качеств, необходимых для жизни в современном обществе и обеспечивающих широкий спектр возможностей. Создание основы для синтеза современного инженерного образования и фундаментальной физико-математической подготовки, необходимого для осуществления успешной научно-исследовательской и инновационной деятельности в области современных высоких технологий, в частности, нанотехнологий в электронике. Подготовка квалифицированных специалистов, востребованных научно-исследовательскими организациями и предприятиями, ведущими работы по разработке и созданию элементной базы электроники и нанoeлектроники.

Практика входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 2 «Практика» образовательной программы.

Входные требования к практике

- знание основ построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники, а также знание физико-химических основ материалов и структур микроэлектроники;

- умение применять знания разделов высшей математики (в частности, дифференциальное и интегральное исчисление, методы вычислительной математики) и физики для описания физических закономерностей лежащих в основе функционирования исследуемых устройств и технологических процессов, а также умение пользоваться средствами исследования процессов и устройств;

- владение стандартными компьютерными программами, используемыми для анализа и обработки информации, а также компетенциями в области основ программирования.

Учебная практика проводится в 7 семестре.

## 3. ОБЪЁМ ПРАКТИКИ

Объём практики — 6 ЗЕТ (216 ак. часов).

Для прохождения практики в расписании занятий выделяется 1 учебный день каждую учебную неделю (с учётом самостоятельной работы студента по практике в течение недели)

Промежуточная аттестация – Зачет с оценкой.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ**

Целью практики является формирование всех компетенций, указанных в п.1, независимо от места прохождения практики. Содержание практики соответствует направлению и профилю подготовки.

Для достижения цели практики используются следующие подходы:

- распределение обучающихся по месту практики в соответствии с направленностью подготовки и с учетом их пожеланий;
- назначение каждому обучающемуся научного руководителя от кафедры КФН МИЭТ и ответственного от профильной организации на месте прохождения практики;
- формирование и утверждение для каждого обучающегося индивидуального задания (ИЗ) и Графика выполнения задания, которое включает как типовые задачи по подготовке ВКР (выбор тематики, формулирование темы, сбор и анализ научно-технической информации), так и практико-ориентированные задания по профессиональной деятельности предприятия;
- проведение организационных собраний и регулярных смотров хода выполнения заданий в соответствии с графиком текущего контроля прохождения практики в ОРИОКС;
- защита итогов практики и проведение промежуточной аттестации (дифференцированного зачета) на специально организуемой комиссии.

На этапах прохождения практики студентами-практикантами приобретается опыт организационной и творческой работы в коллективе, закрепляются и апробируются теоретические знания и умения, получаемые в процессе обучения в МИЭТ, приобретается практический опыт решения учебно-производственных задач и формируются указанные в п. 1 компетенции. Содержание практики включает выполнение работ в соответствии с утвержденными ИЗ и Графиком выполнения заданий.

Студенты-практиканты осуществляют поиск и изучают российские и мировые источники информации, осваивают поисковые информационные системы, определяются с тематикой своих ВКР и выполняют подбор и систематизацию необходимой им научно-технической информации, проводят работы по проектированию конкретных объектов в соответствии с тематикой работы на практике ВКР (расчет моделей наноустройств, расчет узлов или модулей электронных устройств).

Студенты участвуют в проводимых в подразделении – месте практики работах по практическому изготовлению опытных образцов, их отладке и испытаниям, экспериментальных исследованиях параметров, готовят материалы для докладов на конференциях, научно-технических семинарах, статей для публикации в научно-технических изданиях. Практика заканчивается написанием студентами отчетов по проделанной на практике работе. Затем осуществляется подготовка к зачёту и сдача дифференцированного зачёта по практике.

### Пример типового задания по практике

| Содержание пунктов типового задания                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Код формируемой компетенции (подкомпетенции) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1. Изучить:<br>- Научную литературу касательно заданной области исследований в рамках практики.<br>- Литературу, посвященную решению поставленной цели и задач.                                                                                                                                                                   | ПК-1.УПБ                                     |
| 2. Ознакомиться:<br>- С принципом работы методов, необходимых при выполнении экспериментов моделировании.<br>- С инструкциями к установкам и программным пакетам для исследования в заданной области.<br>- С результатами экспериментов по данной теме, проводимыми ранее.                                                        | ПК-1.УПБ,<br>ПК-2.УПБ                        |
| 3. Получить практические навыки:<br>- По работе с оборудованием.<br>- По оптимизации применяемого теоретического или практического метода исследований.<br>- По обработке результатов экспериментов различными методами.<br>- Математического моделирования приборов и устройств нанoeлектроники, используя общеизвестные модели. |                                              |

## 5. ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ СТУДЕНТА

Обязательные:

1. Комплект документов: индивидуальное задание на практику, рабочий график (план) прохождения практики, отчет студента о результатах практики с рекомендуемой оценкой руководителя, отзыв руководителя от профильной организации.

2. Приложения с дополнительными материалами к отчету, подтверждающими выполнение пунктов задания.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **ПК-1.УПБ** «Способен моделировать приборы нанoeлектроники, используя общеизвестные физические и математические модели». Оценка сформированности проводится по презентации, отчету и ответам на вопросы комиссии.

2. ФОС по подкомпетенции **ПК-2.УПБ** «Способен реализовывать на практике эффективные методики экспериментального исследования приборов, схем и структур нанoeлектроники». Оценка сформированности проводится по презентации, отчету и ответам на вопросы комиссии.

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК практики электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## **ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Нанотехнологии в электронике. Вып. 3 / Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Техносфера, 2015. - 480 с
2. Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы / Р.А. Андриевский. - 3-е изд. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2017. - 255с. – (Нанотехнологии). – URL: <http://e.lanbook.com/book/94128> (дата обращения: 16.09.2020)/ - ISBN 978-5-00101-475-1.
3. Шишкин Г.Г. Нанoeлектроника. Элементы. Приборы. Устройства : Учеб. пособие / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. - 4-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. - 411 с. - (Нанотехнологии). – URL: <http://e.lanbook.com/book/152031> (дата обращения: 16.09.2020)/ - ISBN 978-5-00101-731-8.
4. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой наноэлектроники : Учеб. пособие / Г.И. Зебрев. - 4-е изд. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2020. - 243 с - (Нанотехнологии). – URL: <http://e.lanbook.com/book/66216> (дата обращения: 16.09.2020)/ - ISBN 978-5-00101-830-8.
5. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : Учеб. пособие / В.И. Старосельский; Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; [Под ред. Ю.А. Парменова]. - М. : Юрайт, 2019. - 463 с. - (Бакалавр. Академический курс). – URL: <http://urait.ru/bcode/425163> (дата обращения: 30.09.2020)/ - ISBN 978-5-9916-0808-4, 978-5-9692-0962-6

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. Web of Science [v.5.35]: сайт. - URL: <http://apps.webofknowledge.com> (дата обращения: 27.11.2020).
3. ФИПС : Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php> (дата обращения: 27.11.2020)
4. APS Physics: [сайт] / American Physical Society Sites. - URL: <https://www.aps.org/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный.
5. Росстандарт. Стандарты и регламенты / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: сайт. - URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts> (дата обращения 15.10.2020).
6. ГОСТ Эксперт. Единая база ГОСТов РФ: сайт. — URL: <https://gostexpert.ru/> (дата обращения: 21.08.2020).

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Место прохождения практики должно быть оснащено техническими и программными средствами необходимыми для выполнения целей и задач практики: портативными и/или стационарными компьютерами с необходимым программным обеспечением и выходом в Интернет, в том числе предоставляется возможность доступа к информации, размещенной в открытых и закрытых специализированных базах данных.

Конкретное материально-техническое обеспечение практики и права доступа студента к информационным ресурсам определяется научным руководителем конкретного студента, исходя из Технического задания на практику.

## 9. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ

Для оценки успеваемости студентов по практике используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 40 баллов) и промежуточная аттестация, проводимая в форме публичной защиты результатов на комиссии (60 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

### РАЗРАБОТЧИКИ

Старший преподаватель каф. КФН



/А. Е. Широков/

Доцент каф. КФН, к. ф.-м. н.



/ М. Н. Журавлёв /

Рабочая программа Учебной ознакомительной практики по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профилю) «Квантовые приборы и нанoeлектроника» разработана на кафедре КФН и утверждена на заседании кафедры КФН 17 декабря 2020 года, протокол № 12

Заведующий кафедрой КФН  /А.А.Горбачевич/

#### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  / И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки  / Т.П.Филиппова /