

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 29.07.2025 09:56:43
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г.Балашов

«29» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Вид практики: Производственная практика

Тип практики — научно-исследовательская работа

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) – «Материалы и технологии микро- и нанoeлектроники»

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Практика участвует в формировании следующих компетенций/подкомпетенций:

Компетенция ПК-1 «Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.058** «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»

Обобщенная трудовая функция D[7] Разработка групповых технологических процессов и модернизация производства изделий микроэлектроники

Трудовая функция D/01.7 Анализ и выбор перспективных технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники

Тип задач профессиональной деятельности научно-исследовательский

Подкомпетенции, формируемые на практике	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.НИР Способен ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований	– - Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей; – сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; – разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; – использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем; – разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и	Опыт выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий функциональной микро- и нанoeлектроники

	устройств, относящихся к профессиональной сфере	
--	---	--

Компетенция ПК-2 «Способен разрабатывать процессы жизненного цикла изделий микро- и нанoeлектроники» сформулирована на основе профессиональных стандартов:

40.005 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»

Обобщенная трудовая функция С[7] Процессы жизненного цикла продукции

Трудовая функция С/02.7 Планирование разработки продукции в части, касающейся контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов, а также их разработки и выбора

С/08.7 Разработка и внедрение новых методик контроля, измерения и испытания, а также разработки и выбора материалов

40.006 «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»

Обобщенная трудовая функция В[7] Разработка и внедрение современных технологических процессов, освоение нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства на выпускаемую организацией продукцию

Трудовые функции В/01.7 Разработка технологических процессов и внедрение их в производство

В/02.7 Оптимизация параметров технологических операций

В/03.7 Освоение и внедрение технологических процессов и необходимых режимов производства на выпускаемую продукцию

В/04.7 Экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов

В/05.7 Экспериментальные работы и освоение нового оборудования и технологической оснастки

В/06.7 Экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки

Тип задач профессиональной деятельности научно-исследовательский

Подкомпетенции, формируемые на практике	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2.НИР Способен проводить анализ ресурсообеспечения по основным и вспомогательным технологиям и материалам для выполнения поставленных задач	– Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей; – сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; – подготовка научно-технических отчетов, обзоров,	Опыт выбора и рационального расхода основных и вспомогательные материалов при разработке и планировании производства изделий функциональной электроники Опыт выбора методов исследования функциональных

	рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности	материалов и структур систем с точки зрения рациональности расхода материалов
--	---	---

Компетенция ПК-3 «Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов, в т.ч. при разработке технологических маршрутов» сформулирована на основе профессионального стандарта:

40.005 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»

Обобщенная трудовая функция В [7] Менеджмент ресурсов

Трудовая функция В/03.7 Рациональное расходование материалов, используемых при проведении операций контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов

В/04.7 Рациональное расходование основных, вспомогательных и расходных материалов, используемых при их разработке и выборе

40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»

Обобщенная трудовая функция D[7] Разработка групповых технологических процессов и модернизация производства изделий микроэлектроники

Трудовая функция D/02.7 Организация и проведение экспериментальных работ по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники

Тип задач профессиональной деятельности научно-исследовательский

Подкомпетенции, формируемые на практике	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.НИР Способен проводить анализ, выбирать и корректировать методики измерений и контроля в соответствии с поставленными задачами	– Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей; – разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; – подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных	Опыт выбора новых методик контроля и измерения свойств функциональных материалов Опыт использования нового оборудования, обеспечивающее выполнение операций контроля и/или измерения свойств (инженерных, технологических, эксплуатационных)

	исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности	
--	--	--

Компетенция ПК-4 «Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения» **сформулирована на основе профессиональных стандартов:**

40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»

Обобщенная трудовая функция 40.058 D[7] Разработка групповых технологических процессов и модернизация производства изделий микроэлектроники

Трудовая функция D/03.7 Разработка и адаптация групповых технологических процессов производства изделий микроэлектроники

40.006 «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»

Обобщенная трудовая функция A[7] Обеспечение функционирования нанoeлектронного производства в соответствии с технологической документацией. Поддержка и улучшение существующих технологических процессов и необходимых режимов производства выпускаемой организацией продукции

Трудовые функции A/04.7 Разработка предложений по модернизации технологического процесса

A/05.7 Разработка рекомендаций по модернизации технологического оборудования и технологической оснастки на выпускаемую организацией продукцию

Тип задач профессиональной деятельности научно-исследовательский

Подкомпетенции, формируемые на практике	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-4.НИР Способен проводить анализ полученных данных и делать научно-обоснованные выводы, готовить отчетные документы	– Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей; – сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; – разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и	Опыт самостоятельного проведения исследования с применением современных средств и методов Опыт подготовки отчетных документов по проведенным исследованиям

	характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; – 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	
--	---	--

2. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к практике – Студенты должны освоить теоретический курс по дисциплинам, предыдущих семестров, а так же успешно завершить прохождение учебной практики.

Производственная практика (научно-исследовательская работа) проводится в 3 и 4 семестре.

3. ОБЪЁМ ПРАКТИКИ

Объём практики — 18 ЗЕТ (648 ак. часов).

Для прохождения практики в расписании занятий выделяется 2 учебных дня каждую учебную неделю в 1 семестре и 4 учебных дня каждую учебную неделю во 2 семестре (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.

Научно-исследовательская работа является логическим продолжением учебной практики. При выполнении научно-исследовательской работы студенты закрепляют и расширяют теоретические и практические знания, полученные за время обучения, знакомятся с работой на производстве и в лабораториях, развивают практические навыки работы на технологическом оборудовании, проводят сбор материала для написания выпускной квалификационной работы. Для получения опыта работы по своей будущей специальности принимают участие в конкретном производственном процессе или исследовании, осваивая методы измерения и контроля технологических процессов, исследования материалов, их структуры и свойств, знакомятся с документами системы

управления качеством продукции, ее сертификацией, принимают участие в подготовке и оформлении технических заданий.

Пример типового задания по практике

Содержание пунктов типового задания	Код формируемой компетенции (подкомпетенции)
1. Выбрать методику/технология формирования/исследования необходимую для выполнения поставленных задач	ПК-1.НИР, ПК-2.НИР, ПК-3.НИР
2. Изучить методику/технология формирования/исследования...	ПК-1.НИР, ПК-3.НИР
3. Ознакомится с методическими материалами и требованиями по ТБ по проведению исследований/процесса/операции	ПК-3.НИР
4. Составить план и провести в соответствии с ним исследования/измерения/процессы.....	ПК-1.НИР
5. Провести анализ полученных данных, включая сравнительный анализ с имеющимися данными, расчет требуемых характеристик	ПК-4.НИР
6. Провести оценку экономической эффективности/выгоды/целесообразности по внедрению/использованию объекта исследования	ПК-2.НИР
7. Сформулировать выводы по работе, выявить недостатки и пробелы	ПК-3.НИР, ПК-4.НИР
8. Разработать техническое задание на преддипломную практику	ПК-1.НИР, ПК-2.НИР, ПК-3.НИР

Конкретизация задания осуществляется преподавателем на основе выбранной тематики работы и имеющихся возможностей места проведения практики.

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. Техническое задание на преддипломную практику.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **ПК- 1.НИР** «Способен ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований».
2. ФОС по подкомпетенции **ПК- 2.НИР** «Способен проводить анализ ресурсообеспечения по основным и вспомогательных технологиям и материалам для выполнения поставленных задач».

3. ФОС по подкомпетенции **ПК- 3.НИР** «Способен поводить анализ, выбирать и корректировать методики измерений и контроля в соответствии с поставленными задачами»
4. ФОС по подкомпетенции **ПК-4.НИР** «Способен поводить анализ полученных данных и делать научно-обоснованные выводы, готовить отчетные документы».

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. Киреев В.Ю. Нанотехнологии в микроэлектронике. Нанолитография - процессы и оборудование: [учебно-справочное руководство] / В.Ю. Киреев. - Долгопрудный: Интеллект, 2016. - 320 с.
2. Нанотехнологии в электронике. Вып. 3 / Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М.: Техносфера, 2015. - 480 с.
3. Applications of Nanomaterials in Sensors and Diagnostics / Adisorn Tuantranont, ed. - Springer, 2013. - (. Volume 14. Springer Series on Chemical Sensors and Biosensors). - URL: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-36025-1> (дата обращения: 27.02.2025).
4. Optical Nano- and Microsystems for Bioanalytics / Wolfgang Fritzsche, Jurgen Popp, editors. - Springer, 2012. - (Springer Series on Chemical Sensors and Biosensors. Volume 10). - Режим доступа: <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-25498-7> (дата обращения: 12.02.2025).
5. Штерн Ю.И. Термометрия: Учеб. пособие / Ю.И. Штерн, А.А. Шерченков, Р.Е. Миронов; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2013. - 256 с.
6. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: В 2-х т.: [Учеб. пособие для вузов]. Т. 2: Технологические аспекты / М.В. Акуленок [и др.]; Под общ. ред. Ю.Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 256 с.
7. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: В 2-х т.: [Учеб. пособие для вузов]. Т. 1: Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю.Д. Чистяков, Ю.П. Райнова; Под общ. ред. Ю.Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с.
8. Пул Ч. Нанотехнологии: Учеб. пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; Пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Техносфера, 2009. - 336 с.
9. Шерченков А.А. Физика и технология полупроводниковых преобразователей энергии: Учеб. пособие. Ч. 1 / А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн. - М.: МИЭТ, 2006. - 164 с. - ISBN 5-7256-0441-0
10. Гаврилов С.А. Учебное пособие по дисциплине "Физика и химия поверхности" / С.А. Гаврилов, Д.Г. Громов; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М.: МИЭТ, 2011. - 104 с.
11. Электрохимические процессы в технологии микроэлектроники и наноэлектроники : Учеб. пособие / С.А. Гаврилов, А.Н. Белов. - М. : Высшее образование,

Нормативная литература

1. ГОСТ 7.32-2017 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Поправками) = System of standards on information, librarianship and publishing. The research report. Structure and rules of presentation : Межгосударственный стандарт : Введ. 01.07.2018 : Взамен ГОСТ 7.32-2001. - Москва : Стандартинформ, 2018. - [л.]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157208> (дата обращения: 16.02.2025).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань: электронно-библиотечная система. – Санкт-Петербург, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 21.02.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 11.02.2025). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Юрайт: Электронно-библиотечная система: образовательная платформа. - Москва, 2013. - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 05.02.2025). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
4. База American Chemical Society (ACS) : [сайт]. - URL: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
5. Electrochemical Society : [сайт]. – URL: <http://ecsdl.org/> (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
6. SCOPUS: библиографическая и реферативная база данных научной периодики: сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 20.02.2025). - режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
7. Springer: сайт. – URL: <http://link.springer.com> (дата обращения: 29.09.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ

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 индивидуального задания на практику.

9. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ

Для оценки успеваемости студентов по практике используется накопительная балльная система.

В каждом семестре баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 70 баллов) и промежуточная аттестация, проводимая в форме публичной защиты результатов в комиссии (30 баллов).

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

Дополнительные сведения о системе контроля: по замечаниям, полученным во время публичного представления студентом результатов, полученных в ходе прохождения практики (отчета), сдается скорректированный отчет.

РАЗРАБОТЧИКИ

Зам. директора Института ПМТ
к.т.н., доцент


_____/А.В. Железнякова/

Доцент Института ПМТ
к.х.н., доцент


_____/Н.И. Попенко/

Рабочая программа производственной (научно-исследовательской работы) практики по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профилю) «Материалы и технологии микро- и нанoeлектроники» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института 28 февраля 2025 года, протокол № 18

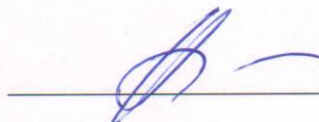
Директор Института

 /С.В. Дубков/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

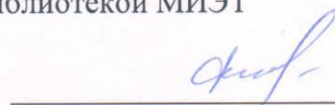
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 / И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

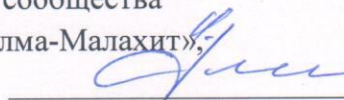
Директор библиотеки

 / Т.П.Филиппова /

Представитель профессионального сообщества

Зам. директора по развитию АО «Элма-Малахит»;

к.т.н.

 /И.Н.Цыпленков/