



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

Институт перспективных технологий и индустриального программирования

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПТИП

_____ Пушкин П.Ю.

«__» _____ 2025 г.

Рабочая программа практики

Производственная практика

Технологическая (проектно-технологическая) практика

Читающее подразделение	кафедра нанoeлектроники
Направление	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Направленность	Нанoeлектроника
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	3 з.е.

Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
7	3	108	0	0	0	88,25	2	17,75	Зачет с оценкой
из них на практ. подготовку			0	0	0	44	0	0	

Программу составил(и):

д-р физ.-мат. наук, доцент, Фетисов Л.Ю. _____

Рабочая программа практики

Технологическая (проектно-технологическая) практика

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

направленность: «Нанoeлектроника»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

кафедра нанoeлектроники

Протокол от 22.01.2025 № 1

Зав. кафедрой Сигов А.С. _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году
на заседании кафедры
кафедра нанoeлектроники

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году
на заседании кафедры
кафедра нанoeлектроники

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году
на заседании кафедры
кафедра нанoeлектроники

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году
на заседании кафедры
кафедра нанoeлектроники

Протокол от _____ 2029 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

«Технологическая (проектно-технологическая) практика» имеет своей целью сформировать, закрепить и развить практические навыки и компетенции, предусмотренные данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Нанoeлектроника».

Практическая подготовка при проведении практики организуется путем непосредственного выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

2. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Направленность:	Нанoeлектроника
Блок:	Практика
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	3 з.е. (108 акад. час.).

3. ТИП, ВИД И СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Вид практики:	Производственная практика
Тип практики:	Технологическая (проектно-технологическая) практика

Способ (способы) проведения практики определяются в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом. В случае, если стандарт не регламентирует способ проведения практики, то она проводится стационарно.

4. МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

«Технологическая (проектно-технологическая) практика» направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника проводится на базе структурных подразделений РТУ МИРЭА или в организации, осуществляющей деятельность по профилю соответствующей образовательной программы (далее - профильная организация), в том числе в структурном подразделении профильной организации, предназначенном для проведения практической подготовки, на основании договора, заключаемого между образовательной организацией и профильной организацией.

5. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

В результате освоения практики обучающийся должен овладеть компетенциями:

ПК-2 - Способен применять в профессиональной деятельности знание технологических процессов производства изделий нанoeлектроники, электроники и микросистемной техники

ПК-1 - Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРАКТИКЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

ПК-1 : Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров

ПК-1.2 : Применяет углубленные знания о методах измерения параметров материалов и наноструктур

Знать:

- основные методы измерения параметров материалов и наноструктур

Уметь:

- проводить измерения параметров материалов и наноструктур

Владеть:

- навыками анализа полученных результатов в процессе измерений параметров материалов и наноструктур

ПК-2 : Способен применять в профессиональной деятельности знание технологических процессов производства изделий нанoeлектроники, электроники и микросистемной техники

ПК-2.1 : Участвует в разработке и внедрении современных технологических процессов

Знать:

- основные современные технологические процессы

Уметь:

- внедрять основные технологические процессы

Владеть:

- навыками разработки современных технологических процессов

ПК-2.2 : Оценивает оптимальные процессы и режимы при разработке изделий электроники

Знать:

- основные изделия электроники

Уметь:

- анализировать процессы и режимы при разработке изделий электроники

Владеть:

- навыками выбора оптимальных процессов при разработке изделий электроники

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

Знать:

- основные методы измерения параметров материалов и наноструктур
- основные современные технологические процессы
- основные изделия электроники

Уметь:

- проводить измерения параметров материалов и наноструктур
- внедрять основные технологические процессы
- анализировать процессы и режимы при разработке изделий электроники

Владеть:

- навыками анализа полученных результатов в процессе измерений параметров материалов и наноструктур
- навыками разработки современных технологических процессов
- навыками выбора оптимальных процессов при разработке изделий электроники

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов
1. Организационно-подготовительные раздел			
1.1	Организационное собрание (КрПА). Знакомство с целью практики, основные этапы практики, места проведения практики, выдача заданий на практику	7	1
1.2	Инструктаж по технике безопасности и охране труда (КрПА). Инструктаж по технике безопасности и охране труда	7	0,75
2. Получение навыков практической деятельности, обзор материалов и формирование			
2.1	Выполнение заданий направленных на получение навыков практической подготовки (Ср). Сбор и систематизация литературных данных.	7	10 (из них 10 на практ. подг.)
2.2	Выполнение заданий направленных на получение навыков практической подготовки (Ср). Планирование, подготовка и выполнение задания на практику	7	65 (из них 34 на практ. подг.)
2.3	Анализ информации и формирование отчёта по практической подготовке (Ср). Обработка и анализ результатов прохождения практики. Оформление отчета по практике.	7	13,25
3. Промежуточная аттестация (зачёт с оценкой)			
3.1	Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (ЗачётСОц).	7	17,75
3.2	Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).	7	0,25

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

7.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлена «Технологическая (проектно-технологическая) практика», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

7.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Раздел 1

1. Величина напряжения в сети.
2. Проблема заземления приборов и установок.
3. Последовательность включения и отключения приборов и установок.
4. Обращение с химическими реагентами.

Раздел 2

1. Типы научных изданий.
2. Системы Scopus, Web of Scinse, РИНЦ
3. Система Антиплагиат
4. Обработка результатов эксперимента.
5. Способы определения погрешностей результатов исследования.
6. Предложите методику проведения эксперимента в предметной области прохождения практики.
7. Какие технологические процессы используются в микроэлектронном производстве?
8. Какие обязанности выполняли при прохождении практики?

7.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

Наименование помещения	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
Базы практики	Оборудование и технические средства обучения, позволяющем выполнять определенные виды работ, предусмотренные заданием на практику.

8.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Р7-Офис.
2. Comsol Multiphysics. Сублицензионный договор №31705027784 от 12.05.2017 г.
3. Delta Design Professional. Лицензионный договор № ЭР-09102018 от 09.10.2018 г.
4. Astra Linux Common Edition релиз "Орел". Лицензия №187711334-ore-2.12-client-3327 от 07.09.2020

8.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

8.3.1. Основная литература

1. Хорин И. А. Технологии электронной компонентной базы: учебное пособие. - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 277 с.
2. Гуляев Ю. В., Иванов В. И., Лучников П. А., Сигов А. С., Суржигов А. П. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 460 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/470122>
3. Шерстюк Н. Э., Гладышев И. В., Кузнецов В. В. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра [Электронный ресурс]: - М.: РТУ МИРЭА, 2021. - – Режим доступа: <https://library.mirea.ru/secret/11062021/2713.iso>

4. Капустин В. И., Сигов А. С. Технологии производства и контроль качества наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2017. - – Режим доступа: <http://library.mirea.ru/secret/21022018/1647.iso>
5. Щука А. А., Сигов А. С. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 172 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451115>
6. Щука А. А., Сигов А. С. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 297 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/470007>
7. Абдуллаев Д. А., Милованов Р. А., Хорин И. А., и др. Исследование систем многоуровневой металлизации ИС на установке Quanta 3D DualBeam [Электронный ресурс]: метод. указания. - М.: МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: <http://library.mirea.ru/secret/25052018/1709.iso>
8. Щука А. А., Сигов А. С. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 183 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451677>
9. Щука А. А., Сигов А. С. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 326 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/470589>
10. Щука А. А., Сигов А. С. Электроника в 4 ч. Часть 3. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 117 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/470590>

8.3.2. Дополнительная литература

1. Певцов Е. Ф., Крутов В. В. Основы автоматизированного проектирования СВЧ устройств и систем [Электронный ресурс]: учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: <http://library.mirea.ru/secret/06032019/1975.iso>
2. Щука А. А., Сигов А. С. Электроника: Учебник для академ. бакалавриата. - М.: Юрайт, 2016. -
3. Юрасов А. Н., Яшин М. М., Левина Е. Ю. Избранные главы физики конденсированного состояния: учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2021. - 105 с.
4. Певцов Е. Ф., Тарасов И. Е., Миннебаев В. М. Автоматизированное проектирование цифровых схем [Электронный ресурс]: учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: <http://library.mirea.ru/secret/ab/1243.iso>
5. Певцов Е. Ф., Деменкова Т. А., Аль-Натах Р. И. Основы моделирования и проектирования МЭМС в САПР CoventorWare [Электронный ресурс]: учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: <http://library.mirea.ru/secret/ab/1242.iso>
6. Воротилов К. А., Мухортов В. М., Сигов А. С. Интегрированные сегнетоэлектрические устройства. - М.: Энергоатомиздат, 2011. - 174 с.
7. Деменкова Т. А., Певцов Е. Ф. Диагностика цифровых устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие. - М.: МГТУ МИРЭА, 2015. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/e_1156.iso
8. Гладышев И. В., Фетисов Л. Ю., Юрасов А. Н. Математика в физических задачах: учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2020. - 162 с.

8.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Информационно-правовой портал ГАРАНТ <http://www.garant.ru>
2. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт <http://www.docs.cntd.ru>
3. NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии <http://www.old.nanonewsnet.ru>
4. Нанометр — нанотехнологическое сообщество <http://www.nanometer.ru>
5. Информационный портал «Популярные нанотехнологии» <http://www.popnano.ru>

6. Российский фонд фундаментальных исследований <https://www.rfbr.ru>
7. Информационный портал Российского научного фонда <http://www.rscf.ru>
8. COMSOL Multiphysics® ПО для мультифизического моделирования
<https://www.comsol.ru>
9. Stephen Wolfram: Official Website <http://www.stephenwolfram.com>
10. Wolfram: вычисления и знания, рука к руке <http://www.wolfram.com>
11. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
12. ХиМик.ru - сайт о химии <http://www.ximuk.ru>
13. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
<https://www.minobrnauki.gov.ru>
14. Фонд содействия инновациям
<http://www.fasie.ru>
15. Информационный портал системы международного цитирования "Web of Science"
<https://www.apps.webofknowledge.com>
16. Информационный портал системы международного цитирования Scopus
<https://www.scopus.com>
17. Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе
<https://www.journals.ioffe.ru>
18. Российский технологический журнал
<https://www.rtj.mirea.ru>
19. Semiconductor Industry Association
<https://www.semiconductors.org>
20. IEEE International Roadmap for Devices and Systems
<https://www.irds.ieee.org>
21. Электроника НТБ - научно-технический журнал
<http://www.electronics.ru>
22. Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями
<https://www.researchgate.net>
23. iXBT — интернет-издание о компьютерной технике
<https://www.ixbt.com>
24. Imec R&D, nano electronics and digital technologies
<https://www.imec.be>
25. European XFEL
<https://www.xfel.eu>
26. Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"
<http://www.kcsni.nrcki.ru>
27. Журнал "Нано- и микросистемная техника"
<http://www.microsystems.ru>
28. Новостной и аналитический портал "Время электроники"
<http://www.russianelectronics.ru>
29. Сайт Российского магнитного общества (МАГО)
<http://www.amtc.ru/mago/>
30. База данных Web of Science
<http://www.webofknowledge.com>

31. Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам
<http://www.fips.ru/>
32. Информационный портал по материаловедению <http://www.materialstoday.com>

8.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ПРАКТИКИ

На первом организационном собрании необходимо ознакомить студентов с содержанием рабочей программы практики, с порядком и графиком прохождения практики.

В начале прохождения практики, на организационно-подготовительном этапе студентам необходимо:

- оформить задание на практику;
- пройти инструктаж по технике безопасности и противопожарной технике;
- ознакомиться с содержанием рабочей программы практики, правилами и обязанностями практиканта на предприятии, структурой подразделений (рабочих мест) практики, режимом работы предприятия;
- ознакомиться со структурой заключительного отчета по практике.

За период прохождения производственной практики студент самостоятельно изучает документацию, связанную с будущей профессиональной деятельностью, учебную, справочную, нормативную и научно-техническую литературу по соответствующим разделам данной программы. Литература подбирается в библиотеке университета (включая доступ к ЭБС), публичных научно-технических библиотеках. Закрепление результатов практики осуществляется путем самостоятельной работы студентов с рекомендуемой литературой.

В ходе прохождения практики студент должен решить все поставленные перед ним задачи и написать отчет о своей деятельности в рамках практики, а также выполненные работы (трудовые действия, трудовые функции), связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающегося.. В отчете должны быть описаны все основные этапы прохождения практики в соответствии с заданием. Окончательно оформленный и подписанный студентом отчет сдается руководителю практики не позже, чем за 3 дня до защиты. В указанное руководителем практики время студент обязан явиться на кафедру для защиты отчета.

8.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Освоение практики обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств

обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.