


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета

  
подпись (Овчинников О.В.)  
расшифровка подписи

01.06.2023

## ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Б2.В.03(П) Производственная практика, технологическая

Код и наименование(тип) практики/НИР в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 11.03.04

Электроника и наноэлектроника

2. Профиль подготовки/специализация: \_\_\_\_\_

Интегральная электроника и наноэлектроника

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию практики: \_\_\_\_\_

физики полупроводников и микроэлектроники

6. Составители программы: \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Быкадорова Галина Владимировна, к.т.н., доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета, 25.05.2023, протокол № 5

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2025-2026

Семестр(ы): 6

## 9. Цель практики

Целями производственной практики, технологической являются: знакомство с базовыми технологическими процессами изготовления изделий микро- и наноэлектроники, закрепление и углубление знаний и умений, полученных в процессе теоретического обучения в рамках учебного плана; формирование элементов общенаучных, социально-личностных компетенций; приобретение практических навыков, компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности, способствующих успешному освоению специальных дисциплин, изучаемых на последующих курсах в соответствии с требованиями и квалификационной характеристикой бакалавра, установленными ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

### Задачи производственной практики, технологической:

Задачами производственной практики, технологической являются:

- ознакомление обучающихся с основными технологическими процессами изготовления изделий микро- и наноэлектроники;
- освоение методов контроля технологических сред и измерений технологических процессов;
- ознакомление с основным технологическим оборудованием производства изделий микроэлектроники и принципами его работы;
- технологической подготовки производства материалов и изделий электронной техники;
- метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;
- контроля соблюдения экологической безопасности;
- измерительного, диагностического, технологического оборудования и программных средств, используемых для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и наноэлектроники;
- анализ технического уровня объектов техники и технологии для определения их соответствия техническим условиям и стандартам.

## 10. Место практики в структуре ОПОП

Место практики в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока Б2.

Освоение дисциплины «Учебная практика, технологическая» базируется на предшествующих дисциплинах учебного плана: «Физика полупроводников», «Математика», «Материалы электронной техники», «Основы технологии электронной компонентной базы», «Технология материалов микро- и наноэлектроники», «Введение в интегральную электронику и наноэлектронику».

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен приобрести знания, умения, навыки общепрофессиональных компетенций, необходимых для обеспечения трудовых функций обобщенных трудовых функций с выбранными трудовыми функциями профессиональных стандартов 40.035 Инженер-конструктор аналоговых сложно-функциональных блоков (СФ-блоков) и 40.058 Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники.

Знания, полученные при освоении дисциплины «Учебная практика, технологическая» необходимы при освоении профессиональных дисциплин учебного плана, прохождении производственных практик и выполнении выпускной квалификационной работы в области микро- и наноэлектроники.

## 11. Вид практики, способ и форма ее проведения

Тип практики (ее наименование): *производственная, технологическая*

Способ проведения практики: *стационарная, выездная*

Форма проведения практики: *дискретная*.

## 12. Планируемые результаты обучения при прохождении практики (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Наименование компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1	Идентифицирует и анализирует опасные и вредные факторы элементов среды обитания и в рамках осуществляемой деятельности; знает основные вопросы безопасности жизнедеятельности	Знает особенности воздействия основных опасных и вредных факторов на человека и их последствия в полупроводниковом производстве
		УК-8.2	Способен осуществлять действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, социального (биолого-социального) происхождения; грамотно действовать в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени, создавать безопасные условия реализации профессиональной деятельности	Знает критерии, отечественные и международные стандарты и нормы в области безопасности жизнедеятельности
		УК-8.3	Готов принимать участие в оказании первой и экстренной допсихологической помощи при травмах и неотложных состояниях, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время	Умеет оценивать последствия воздействия негативных техногенных факторов полупроводникового производства на человека и окружающую среду. Владеет навыками выбора средств и методов защиты от техногенных факторов полупроводникового производства
		УК-8.4	Способен обеспечить безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в том числе с помощью средств защиты; выявить и устранить проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	Владеет методами обеспечения электро-, пожаро- и взрывобезопасности на полупроводниковом производстве

ПК-3	Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПК-3.2	Определяет состав средств технологического оснащения для разрабатываемых процессов производства изделий микроэлектроники	Знает свойства основных материалов, используемых в производстве изделий микроэлектроники
		ПК-3.3	Составляет технологический маршрут, разрабатывает порядок операционного выполнения работ и оформляет маршрутные карты изготовления изделий микроэлектроники	Знает базовые технологические процессы производства изделий микроэлектроники
ПК-4	Готов организовать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1	Осуществляет контроль правильности эксплуатации технологического оборудования и оснастки на производстве изделий микроэлектроники	Знает правила эксплуатации технологического оборудования
		ПК-4.2	Выявляет причины брака и приближения параметров к предельно допустимым при изготовлении изделий микроэлектроники	Знает технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники
		ПК-4.3	Готовит предложения по повышению точности технологических операций, предупреждению и устранению брака при изготовлении изделий микроэлектроники	Умеет выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологического процесса производства изделий микроэлектроники Умеет анализировать основные параметры реализуемых технологических процессов производства изделий микроэлектроники
ПК-7	Способен проводить технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники	ПК-7.1	Выбирает необходимые параметры технологических процессов производства изделий микроэлектроники	Знает режимы проведения технологических процессов производства изделий микроэлектроники
		ПК7.2	Осуществляет эксплуатацию технологического оборудования и технологической оснастки на производстве изделий микроэлектроники	Умеет работать с основным технологическим оборудованием
		ПК-7.3	Решает технологические проблемы, возникающие в процессе производства изделий микроэлектроники	Владеет навыками проведения технологических процессов в соответствии с операционными маршрутами изготовления изделий микроэлектроники низкой и средней сложности

**13. Объем практики в зачетных единицах / ак. час. – 3 зет / 108 ак.часов.**

Форма промежуточной аттестации - зачет.

#### 14. Трудоемкость по видам производственной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		ч.	в форме ПП, ч
Всего часов	108	106	72
в том числе:			
Контактная работа	2	2	
Самостоятельная работа	71	106	72
Форма промежуточной аттестации		зачет	
Итого:	108	108	72

#### 15. Содержание производственной практики, технологической

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работ на производственной практике, технологической	Объем производственной работы, ч	
			Контактные часы	Самостоятельная работа
1	Организационные мероприятия	Получение пропусков, инструктажи по технике безопасности и др., получение спецодежды	1	
2	Знакомство с предприятием	Обзорная лекция по тематике предприятия с рассмотрением технологии производства основных типов изделий электронной техники АО НИИЭТ. Административно-правовые нормы организации АО НИИЭТ. Экскурсии по цехам и отделам		12
3	Ознакомление с технологическими процессами и оборудованием	Участок поверхностной обработки полупроводниковых материалов: структура подложек и их маркировка; шлифовка; полировка; чистка пластин после механической обработки; контроль чистоты поверхности пластин; химическое травление; плазмохимическое травление; скрайбирование и разлом пластин; автоматические комплексы разделения пластин на кристаллы		8
		Участок получения диэлектрических пленок на кремнии: термическое окисление кремния; оборудование для окисления кремния; режимы окисления кремния; контроль толщины слоя диэлектрика; контроль дефектности слоя диэлектрика; контроль заряда структуры диэлектрик-полупроводник; химическое осаждение диэлектрических окисных пленок; осаждение нитрида кремния		8

		Участок фотолитографии: обработка подложки; нанесение слоя фоторезиста (метод и оборудование); сушка слоя фоторезиста (режимы и оборудование); экспонирование через шаблон с топологическим рисунком (метод и оборудование); проявление и образование рельефа из резиста (растворы и режимы); сушка рельефа из резиста (режимы и оборудование)		8
		Лаборатории легирования полупроводниковых подложек: технологическое оборудование для диффузионных процессов; первый этап диффузии (загонка); второй этап диффузии (разгонка); контроль параметров примесных слоев; методы получения эпитаксиальных слоев: хлоридный метод; пиролиз моносилана; гетероэпитаксия кремния на диэлектрических подложках; оборудование для получения эпитаксиальных слоев; оборудование для ионного легирования; характеристики процесса имплантации (доза, энергия, температура); отжиг ионно-легированных структур		18
		Нанесение поликремния		4
		Лаборатория приборно-технологического проектирования		8
		Участок металлизации: оборудование для получения металлических пленок; методы получения металлических пленок; материалы для металлизации		8
		Участок монтажа и сборки кристаллов: конструктивно-технологический монтаж кристаллов; монтаж кристаллов на ленточном носителе; внутренняя разводка кристаллов; герметизация кристаллов в металлических и пластмассовых корпусах		8
		Лаборатория контроля параметров и испытания изделий электронной техники: оборудование для контроля параметров изделий электронной техники; испытательное оборудование		8
4	Заключительный этап	Обработка и анализ полученной информации, подготовка отчета по практике.		10
5	Представление отчетной документации	Публичная защита отчета на итоговом занятии в группе	1	6

## 16. Перечень производственной литературы, ресурсов сети «Интернет», необходимых для прохождения практики

Учебно-методическое и информационное обеспечение производственной практики, технологической определяется исходя из предметной области и практических задач, поставленных перед студентами.

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Легостаев, Н. С. Материалы электронной техники : учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР) ; Кафедра промышленной электроники .— Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014 .— 230 с. : схем., табл., ил. — <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480509">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480509</a> >.
2	Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие. 1 / Л.Н. Орликов .— Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 .— 98 с. — <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=209014">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=209014</a> >.
3	Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие. 2 / Л.Н. Орликов ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования ; Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР).— Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 .— 101 с. — <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=209016">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=209016</a> >.
4	Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учебное пособие / А.А. Барыбин, В.А. Бахтина, В.И. Томилин, Н.П. Томилина .— Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011 .— 236 с. — <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .— ISBN 978-5-7638-2396-7 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229593">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229593</a> >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. — 9-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0368-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167773">https://e.lanbook.com/book/167773</a> (дата обращения: 15.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Белоус, А. И. Основы проектирования субмикронных микросхем : монография / А. И. Белоус, Г. Я. Красников, В. А. Солодуха. — Москва : Техносфера, 2020. — 782 с. — ISBN 978-5-94836-603-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/181223">https://e.lanbook.com/book/181223</a> (дата обращения: 15.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Курносков, Анатолий Иванович. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Полупроводники и диэлектрики" и "Полупроводниковые приборы" / А.И. Курносков, В.В. Юдин .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1979 .— 366 с. [21]

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

7.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ
8.	<a href="http://www.intuit.ru">http://www.intuit.ru</a> - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»
9.	Научная электронная библиотека elibrary.ru

**17. Образовательные технологии, применяемые при проведении практики и методические указания для обучающихся по прохождению практики**

Производственная практика, технологическая проводится в форме контактной и са-

мостоятельной работы. В начале практики обучающимся выдаются рекомендации по порядку прохождения практики, по выполнению заданий, по организации самостоятельной работы, по формированию и представлению отчетов.

В соответствии с конкретными решаемыми задачами обучающиеся используют:

- √ развивающие проблемно-ориентированные технологии;
- √ личностно-ориентированные технологии;
- √ информационные технологии.

При организации производственной практики, технологической используются следующие образовательные и профессионально-ориентированные технологии:

– информационно-коммуникационные технологии;

– информационные технологии: компьютерные технологии, в том числе доступ в Интернет для получения профессиональной информации, представленной на сайтах отечественных и зарубежных компаний, занимающихся компьютеризацией исследований в области электроники и микроэлектроники; программные продукты, имеющиеся в учебных лабораториях кафедры физики полупроводников и микроэлектроники, научных подразделениях физического факультета и Центра коллективного пользования ВГУ;

– развивающие проблемно-ориентированные технологии (постановка и решение проблемных задач, допускающих различные пути их разработки; «междисциплинарное» обучение, предполагающее при решении профессиональных задач использование знаний из разных научных областей, группируемых в контексте конкретной решаемой задачи);

– личностно ориентированные обучающие технологии, позволяющие выстраивать для студента индивидуальную образовательную траекторию на практике с учетом его научных интересов и профессиональных предпочтений;

- использование технологий презентации и самопрезентации при представлении студентом итогов прохождения практики, определение студентом путей профессионального самосовершенствования;

– рефлексивные технологии, позволяющие практиканту осуществлять самоанализ научно-исследовательской работы, осмысление достижений и итогов практики.

На производственной практике, технологической используются следующие научно-производственные технологии:

- поверхностная обработка кристаллов: шлифовка; полировка; чистка пластин после механической обработки; контроль чистоты поверхности пластин; химическое травление; плазмохимическое травление; скрайбирование;

- легирование полупроводниковых структур: диффузионные процессы; методы контроля параметров примесных слоев; методы получения эпитаксиальных слоев; ионное легирование; отжиг ионно-легированных структур;

- методы получения металлических пленок;

- методы контроля параметров и испытаний изделий электронной техники.

Обучающиеся, осваивающие ОПОП ВО в период прохождения практики:

- выполняют индивидуальные задания, предусмотренные программой практики; соблюдают действующие в организациях правила внутреннего трудового распорядка;
- соблюдают требования охраны труда и пожарной безопасности;
- готовят отчет о прохождении практики.

Подготовительный этап включает: проведение собрания по организации практики: знакомство обучающихся с целями, задачами, требованиями к практике и формой отчетности; распределение заданий; инструктаж по охране труда и пожарной безопасности. Все обучающиеся перед началом практики должны получить на кафедре задание на практику, пройти инструктаж о порядке прохождения практики и по технике безопасности. При прохождении практики, предусматривающей выполнение работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), обучающиеся проходят соответствующие



медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. No 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 октября 2011 г., регистрационный No 22111) с изменениями, внесенными приказами Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 мая 2013 г. N296н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 3 июля 2013 г., регистрационный No 28970) и от 5 декабря 2014 г. No 801н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 3 февраля 2015 г., регистрационный No 35848).

По прибытии на практику обучающиеся проходят инструктаж по противопожарной безопасности и охране труда, проходит ознакомление с организацией (местом проведения практики). Обучающиеся знакомятся с правилами внутреннего трудового распорядка, выполнение которых обучающиеся подтверждают росписью в соответствующем журнале, изучают нормативно-техническую документацию.

Подготовка отчета: обработка материалов практики, подбор и структурирование материала для раскрытия соответствующих тем для отчета. Оформление отчета. Предоставление отчета руководителю. На заключительном этапе практики обучающийся должен обобщить материал, собранный в период прохождения практики, определить его достаточность и достоверность, оформить отчет по практике. По окончании практики руководитель практики от организации составляет на обучающегося характеристику. По завершении практики обучающиеся в последний день практики представляют на кафедру отчетную документацию по практике.

Отчетная документация обучающихся по прохождению практик:

- индивидуальное задание;
- дневник по практике;
- отчет по результатам прохождения практики обучающегося, включающий текстовые, табличные и графические материалы, отражающие решение предусмотренных заданием на практику задач. В отчете приводится анализ поставленных задач; выбор необходимых методов и инструментальных средств для решения поставленных задач; результаты решения задач практики; общие выводы.

## **18. Материально-техническое обеспечение практики**

Для прохождения производственной практики, технологической используются технологическое, контрольно-измерительное, испытательное оборудование, вычислительные комплексы и лицензионное специализированное программное обеспечение АО «Научно-исследовательский институт электронной техники» (НИИЭТ).

## **19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по производственной практике, технологической**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Организационные мероприятия	УК-8	УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4	Текущий опрос. Инструктажи по технике безопасности

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
2	Знакомство с предприятием	УК-8	УК-8.1, УК-8.2,	Текущий опрос. В отчете раздел об административно-правовых нормах организации
3	Ознакомление с технологическими процессами и оборудованием	ПК-3	ПК-3.2, ПК-3.3	Текущий опрос. Экскурсии по цехам и отделам Индивидуальное задание Дневник по практике Отчет по практике
			ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3	Текущий опрос. Экскурсии по цехам и отделам Индивидуальное задание Дневник по практике Отчет по практике
		ПК-4	ПК-4.3	Дневник по практике Отчет по практике
Промежуточная аттестация: форма контроля – зачет				Защита отчета по практике

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Экскурсии по цехам и отделам

1. Участок поверхностной обработки полупроводниковых материалов.
2. Участок получения диэлектрических пленок на кремнии.
3. Участок фотолитографии.
4. Лаборатории легирования полупроводниковых подложек:
5. Участок нанесение поликремния.
6. Лаборатория приборно-технологического проектирования.
7. Участок металлизации.
8. Лаборатория контроля параметров и испытания изделий электронной техники.

Вопросы для текущего контроля

9. Основные этапы фотолитографических процессов.
10. Опишите этап загонки примесей при формировании активных областей методом диффузии.
11. Опишите этап разгонки примесей при формировании активных областей методом диффузии.
12. Как проводится двухстадийная диффузия?
13. Какое оборудование используется при формировании легированных областей методом диффузии?
14. Какое оборудование необходимо для термического окисления?
15. Какие методы контроля толщины диэлектрических слоев окиси кремния?
16. Как контролируется количество внедренной примеси при ионной имплантации?
17. Опишите принцип действия ионно-лучевого ускорителя «Везувий».

## 18. Правила эксплуатации электронно-лучевых ускорителей.

### Темы индивидуальных заданий

1. Изделия электронной техники, проектируемые и выпускаемые АО НИИЭТ.
2. Планарная технология изготовления полупроводниковых приборов.
3. Химическая обработка. Лимитирующие стадии процесса травления. Зависимость скорости травления от состава травителя и кристаллографической ориентации кристалла.
4. Плазменные технологии в микроэлектронике.
5. Фотолитография. Негативный и позитивный фоторезист. Критерии оценки фоторезистов.
6. Основные операции фотолитографии (последовательность и особенности). Дефекты фотолитографического процесса. Фотошаблоны.
7. Электроно- и рентгенолитография.
8. Эпитаксия. Способы получения эпитаксиальных пленок.
9. Термическое окисление кремния. Оборудование для окисления кремния, режимы окисления кремния. Окисление кремния в сухом и влажном кислороде. Качество пленок окисла. Химические методы получения окисных слоев. Анодное окисление кремния в электролитах и плазме.
10. Диффузия. Диффузанты. Диффузия в потоке газа-носителя. Технологическое оборудование для проведения диффузионных процессов.
11. Методы измерения параметров диффузионных слоев. Заряд на границе раздела окисел-полупроводник.
12. Ионная имплантация. Характеристики процесса имплантации (доза, энергия, температура). Отжиг ионно-легированных структур.
13. Оборудование для проведения ионной имплантации.
14. Получение  $p-n$ -переходов: технология и оборудование.
15. Металлизация ИС. Методы получения металлических пленок. Материалы для металлизации.
16. Металлизация ИС. Оборудование для получения металлических пленок
17. Скрайбирование и разлом пластин. Автоматические комплексы разделения пластин на кристаллы.
18. Монтаж и сборка кристаллов: конструктивно-технологический монтаж кристаллов; монтаж кристаллов на ленточном носителе; внутренняя разводка кристаллов; герметизация кристаллов в металлических и пластмассовых корпусах.
19. Контроль параметров изделий электронной техники. Оборудование для контроля параметров изделий электронной техники.
20. Испытания изделий электронной техники. Испытательное оборудование. Автоматизация испытаний.

### Требования к выполнению заданий

Анализ результатов текущей аттестации включает оценку:

- выполнения обучающимися всех видов работ, предусмотренных рабочими планами по практике;
- степени освоения разделов, темы практики;
- имеющихся в процессе прохождения практики недостатков и определение путей их устранения;
- уровня овладения соответствующими компетенциями, навыками самостоятельной работы, путей и средств их развития;
- посещаемости занятий обучающимися.

Обработку и анализ результатов текущей аттестации обучающихся осуществляет руководитель практики, который предоставляет результаты анализа в обобщенном виде заведующему кафедрой.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме отчета (Приложение) по производственной практике, технологической.

### Описание технологии проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация в форме зачета осуществляется руководителем производственной практики, технологической от кафедры физики полупроводников и микроэлектроники.

В конце производственной практики, технологической студент обязан оформить отчет и сдать его на проверку руководителю от кафедры. Рекомендуемая последовательность размещения материала в отчете:

- титульный лист (Приложение);
- содержание;
- введение;
- аналитическая часть с разбивкой на главы и разделы;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Отчет отражает проделанную во время производственной практики, технологической работу и должен содержать 10-20 страниц машинописного текста формата А4. Объем текстовых материалов и количество приложений в отчете жестко не регламентируется. Шрифт Arial, размер шрифта 12 пунктов, межстрочный интервал полуторный. В заголовках таблиц, названиях рисунков допускается одинарный межстрочный интервал. Отступы (поля) сверху и снизу страницы по 20 мм, справа 10 мм, слева 25 мм.

Заголовки отделяют от текста двумя интервалами. Название разделов (заголовки) печатают, не подчеркивая, прописными буквами без точки в конце. Переносы слов в заголовках не допускаются. Таблицы подписываются сверху, а рисунки – снизу. Ссылки на таблицы, рисунки и приложения в тексте обязательны. Нумерация рисунков и таблиц сквозная (1, 2, 3 и т.д.) или по разделам (1.1, 1.2, 1.3 и т.д.). Страницы нумеруют от титульного листа до последнего. Номер на титульном листе не проставляется. Нумерация страниц выполняется арабскими цифрами в верхней части страниц по центру. Абзацный отступ автоматический (1,25 см). Текст выравнивается по ширине, а заголовки – по центру. Каждый раздел начинается с новой страницы.

Список использованной литературы включает перечень источников, в том числе научной и учебной литературы, периодических изданий, изданий на иностранных языках, адреса интернет-сайтов. В основном тексте отчета по практике и приложениях обязательны ссылки на все использованные источники. Список рекомендуемой литературы оформляется по ГОСТ 7.1. – 2003. Приложения оформляются в форме схем, таблиц, рисунков, диаграмм и др. Все расчеты, выполненные с применением вычислительной техники, рекомендуется вынести в приложения.

Отчет должен быть сброшюрован.

В отчете по производственной практике, технологической освещается вся выполненная работа. Во время производственной практики, технологической студент должен творчески и научно обоснованно подходить к изучению, разработке и решению поставленных задач. Рекомендуется постоянно консультироваться в процессе работы с руково-

дителями производственной практики, технологической от организации и от университета.

Руководитель составляет отзыв с оценкой работы студента. Защита отчета происходит на заключительном занятии. Студент готовит доклад с презентацией о проделанной работе продолжительностью 5 мин.

Каждому студенту задаются вопросы по всем разделам производственной практики, технологической.

Практика для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) организуется и проводится на основе индивидуального лично ориентированного подхода.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ могут проходить практику как совместно с другими обучающимися (в производственной группе), так и индивидуально (по личному заявлению).

Выбор мест прохождения практики для инвалидов и лиц с ОВЗ осуществляется с учетом требований их доступности для данной категории обучающихся. При определении места прохождения практики для инвалидов и лиц с ОВЗ учитываются рекомендации медико-социальной экспертизы, отраженные в индивидуальной программе реабилитации инвалида (при наличии), относительно рекомендованных условий и видов труда. При необходимости для прохождения практики создаются специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом выполняемых обучающимся-инвалидом или обучающимся с ОВЗ трудовых функций, вида профессиональной деятельности и характера труда.

Обучающиеся данной категории могут проходить практику в профильных организациях (на предприятиях, в учреждениях), определенных для производственной группы, в которой они обучаются, если это не создает им трудностей в прохождении практики и освоении программы практики.

При наличии необходимых условий для освоения программы практики и выполнения индивидуального задания (или возможности создания таких условий) практика обучающихся данной категории может проводиться в структурных подразделениях ВГУ.

При определении места практики для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ особое внимание уделяется безопасности труда и оснащению (оборудованию) рабочего места. Рабочие места, предоставляемые предприятием (организацией, учреждением), должны (по возможности) соответствовать следующим требованиям:

- для инвалидов по зрению - слабовидящих: оснащение специального рабочего места общим и местным освещением, обеспечивающим беспрепятственное нахождение указанным лицом своего рабочего места и выполнение трудовых функций, видеоувеличителями, лупами;

- для инвалидов по зрению - слепых: оснащение специального рабочего места тифлотехническими ориентирами и устройствами, с возможностью использования крупного рельефно-контрастного шрифта и шрифта Брайля, акустическими навигационными средствами, обеспечивающими беспрепятственное нахождение указанным лицом своего рабочего места и выполнение трудовых функций;

- для инвалидов по слуху-слабослышащих: оснащение (оборудование) специального рабочего места звукоусиливающей аппаратурой, телефонами громкоговорящими;

- для инвалидов по слуху - глухих: оснащение специального рабочего места визуальными индикаторами, преобразующими звуковые сигналы в световые, речевые сигналы в текстовую бегущую строку, для беспрепятственного нахождения указанным лицом своего рабочего места и выполнения работы;

- для инвалидов с нарушением функций опорно-двигательного аппарата: оборудование, обеспечивающее реализацию эргономических принципов (максимально удобное для инвалида расположение элементов, составляющих рабочее место), механизмами и устройствами, позволяющими изменять высоту и наклон рабочей поверхности, положение сиденья рабочего стула по высоте и наклону, угол наклона спинки рабочего стула,

оснащение специальным сиденьем, обеспечивающим компенсацию усилия при вставании, специальными приспособлениями для управления и обслуживания этого оборудования.

Индивидуальные задания формируются руководителем практики от университета с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья каждого конкретного обучающегося данной категории и должны соответствовать требованиям выполнимости и посильности.

При необходимости (по личному заявлению) содержание практики может быть полностью индивидуализировано (при условии сохранения возможности формирования у обучающегося всех компетенций, закрепленных за данной практикой).

Объем, темп, формы работы устанавливаются индивидуально для каждого обучающегося данной категории. В зависимости от нозологии максимально снижаются противопоказанные (зрительные, звуковые, мышечные и др.) нагрузки.

Применяются методы, учитывающие динамику и уровень работоспособности обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ. Для предупреждения утомляемости обучающихся данной категории после каждого часа работы делаются 10-15-минутные перерывы.

Для формирования умений, навыков и компетенций, предусмотренных программой практики, производится большое количество повторений (тренировок) подлежащих освоению трудовых действий и трудовых функций.

Особенности руководства практикой

Осуществляется комплексное сопровождение инвалидов и лиц с ОВЗ во время прохождения практики, которое включает в себя:

- учебно-методическую и психолого-педагогическую помощь и контроль со стороны руководителей практики от университета и от предприятия (организации, учреждения);

- корректирование (при необходимости) индивидуального задания и программы практики;

- помощь ассистента (ассистентов) и (или) волонтеров из числа обучающихся или работников предприятия (организации, учреждения). Ассистенты/волонтеры оказывают обучающимся данной категории необходимую техническую помощь при входе в здания и помещения, в которых проводится практика, и выходе из них; размещении на рабочем месте; передвижении по помещению, в котором проводится практика; ознакомлении с индивидуальным заданием и его выполнении; оформлении дневника и составлении отчета о практике; общении с руководителями практики.

Учебные и учебно-методические материалы по практике представляются в различных формах так, чтобы инвалиды с нарушениями слуха получали информацию визуально (программа практики и индивидуальное задание на практику печатаются увеличенным шрифтом; предоставляются видеоматериалы и наглядные материалы по содержанию практики), с нарушениями зрения – аудиально (например, с использованием программ-синтезаторов речи) или с помощью тифлоинформационных устройств.

Особенности проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Во время проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации разрешаются присутствие и помощь ассистентов (сурдопереводчиков, тифлосурдопереводчиков и др.) и/или волонтеров и оказание ими помощи инвалидам и лицам с ОВЗ.

Форма проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации для обучающихся-инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости обучающемуся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа и (или) защиты отчета.

Требования к выполнению заданий, критерии оценивания

При определении оценки учитываются следующие показатели:

- уровень профессиональной подготовки;
- качество и своевременность выполнения профессиональных задач по практике;
- содержание и качество оформления отчета;
- ответы на вопросы;
- характеристика работы студента руководителем практики.

Уровень профессионализма (профессиональные знания, умения, навыки и компетенции) оценивается по следующим показателям:

- умение формулировать цели исследований;
- адекватное применение физико-математического аппарата для решения поставленных задач;
- адекватная рефлексия выполняемой практической деятельности.

При прохождении производственной практики, технологической студент должен выполнять организационные и дисциплинарные требования:

- посещение занятий и консультаций руководителя практики;
- полнота и своевременность реализации программы практики;
- своевременное предоставление отчетной документации в полном объеме (не позднее даты окончания практики) и в полном соответствии с предъявляемыми программой практики требованиями к ее содержанию и качеству оформления.

Критерии оценки работы студентов на производственной практике, технологической:

- оценка «зачтено» выставляется при соответствии работы студентов всем вышеуказанным показателям. Компетенции в целом сформированы. Соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются частично. Данный уровень обязателен для всех осваивающих ОПОП;
- оценка «незачтено» выставляется в случае несоответствия работы студента всем требуемым показателям, неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении заданий, предусмотренных программой производственной практики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки «Интегральная электроника и наноэлектроника».

- Авторы: 1. Цоцорин Андрей Николаевич – кандидат физико-математических наук, начальник отдела ОА «НИИЭТ»;
2. Быкадорова Галина Владимировна - доцент кафедры физики полупроводников и микроэлектроники, кандидат технических наук, доцент

Программа одобрена НМС физического факультета протокол № 5 от 30.05.2023.

Приложение  
(обязательное)

Образец титульного листа отчета о производственной практике

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Физический факультет

Кафедра физики полупроводников и микроэлектроники

Отчет

о прохождении \_\_\_\_\_ практики  
*вид практики*

студентом \_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ формы обучения физического факультета  
*очной, очно-заочной*

по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

\_\_\_\_\_  
*фамилия, имя, отчество студента*

В \_\_\_\_\_  
*место и время прохождения практики*

\_\_\_\_\_ с \_\_.\_\_.20\_\_ по \_\_.\_\_.20\_\_ .

Отчет проверен:

\_\_\_\_\_  
*подпись руководителя*

\_\_\_\_\_  
*расшифровка подписи*

\_\_\_\_.\_\_.20\_\_\_\_  
*дата*

Воронеж 20\_\_