

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета
 Н.Б. Федорова
«31» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Уровень основной профессиональной образовательной программы: бакалавриат

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) подготовки: Технология и Физика

Форма обучения: очная

Сроки освоения ОПОП: нормативный (5 лет)

Факультет: физико-математический

Кафедра: общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2020 г

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Микро- и наноэлектроника» является формирование у студентов представлений о современных тенденциях развития микроэлектроники, о физико-химических принципах современных технологий производства микро- и наноэлектронных приборов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.18.2 «Микро- и наноэлектроника» относится к вариативной части Блока 1 (дисциплины по выбору)

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- *Электричество и магнетизм*
- *Оптика и квантовая физика*
- *Электротехника*
- *Физические измерения*

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- *Педагогическая практика*
- *Выпускная квалификационная работа*

2.4. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			Знать	Уметь	Владеть
1.	ПК-11	готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования	основные методы исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники	корректно обосновать выбор методов для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	навыками применения современной методологии исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники;
2.	ПК-2	способность ориентироваться в современных тенденциях развития техники и технологии	основные принципы построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники; основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и нанoeлектроники.	корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники; использовать современные аналитические и технологические методы для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	навыками использования аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: Микро- и нанoeлектроника

Цель дисциплины формирование у студентов представлений о современных тенденциях развития микроэлектроники, о физико-химических принципах современных технологий производства микро- и нанoeлектронных приборов

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие

Профессиональные компетенции:

КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-11	готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования	Знать основные методы исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники. Уметь корректно обосновать выбор методов для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники; Владеть навыками применения современной методологии исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники	Путем проведения лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	защита лабораторных работ, зачет	Пороговый Знает основные методы исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники Владеет навыками применения современной методологии исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники Повышенный Умеет самостоятельно корректно обосновать выбор методов для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.
ПК-2	способность ориентироваться в современных тенденциях развития техники и технологии	Знать основные принципы построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники; основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического	Путем проведения лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	защита лабораторных работ, зачет	Пороговый Знает основные принципы построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники; основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и нанoeлектроники. Владеет навыками использования аналитического и технологического

		<p>оборудования микро- и нанoeлектроники. Уметь корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники; использовать современные аналитические и технологические методы для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники. Владеть навыками использования аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники</p>			<p>оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники; Повышенный Способен самостоятельно корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники; использовать современные аналитические и технологические методы для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.</p>
--	--	--	--	--	--

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего Часов	Семестр № 9	
		часов	
1	2	3	
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	32	32	
В том числе:			
Лекции (Л)			
Лабораторные занятия (ЛР)	32	32	
Самостоятельная работа студента (всего)	40	40	
В том числе			
СРС в семестре			
Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)	8	8	
Подготовка к выполнению лабораторной работы	16	16	
Подготовка к защите лабораторной работы	10	10	
Подготовка к зачету	6	6	
СРС в период сессии			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З)	Зачет	зачет
		-	-
ИТОГО: общая трудоемкость	Часов	72	72
	зач. ед.	2	2

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий ЭИОС университета (Moodle), Zoom, MS Teams и других.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
9	1	Формирование диэлектрических и проводящих пленок	Назначение диэлектрических пленок в микро- и нанoeлектронике. Требования, предъявляемые к диэлектрическим пленкам. Термическое окисление кремния. Пиролитическое осаждение оксидных кремниевых пленок. Анодное окисление кремния. Осаждение термическим испарением. Реактивное катодное распыление оксида кремния. Пленки нитрида кремния. Дефекты и методы контроля. Назначение проводящих пленок в микроэлектронике. Технологии формирования проводящих пленок. Дефекты и методы контроля.
	2	Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике.	Роль операций травления. Химическое травление. Ионно-плазменное травление. Реактивное ионно-плазменное травление.
	3	Методы легирования	Способы локального легирования и их назначение. Термическая диффузия. Оборудование для диффузии. Распределение примеси при диффузии. Методы расчетов структур. Методы расчетов режимов диффузии. Диффузионные процессы при изготовлении ИМС. Ионная имплантация. Физические принципы. Оборудование. Методы расчета режимов и распределения примеси при ионной имплантации. Дефекты. Отжиг дефектов и диффузия. Применение термической диффузии и ионной имплантации в технологии ИМС.

2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	1	Формирование диэлектрических и проводящих пленок		4		8	14	Защита лабораторных работ (2 неделя)
	2	Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике.		4		8	14	Защита лабораторных работ (4 неделя)
	3	Методы легирования		24		24	46	Защита лабораторных работ (6-16 неделя)
		ИТОГО за 5 семестр		32		40	72	
		ИТОГО		32		40	72	

2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4	5
9	1	Формирование диэлектрических и проводящих пленок	1. Моделирование процесса термического окисления кремния.	4
	2	Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике.	2. Изучение процессов химического травления кремния.	4
	3	Методы легирования	3. Моделирование профиля распределения примеси при диффузии.	4
			4. Моделирование двухстадийного процесса диффузии.	4
			5. Расчет глубины залегания p-перехода при диффузии.	4
			6. Расчет режимов диффузии (обратная задача диффузии).	4
			7. Моделирование распределения примеси при ионной имплантации.	4

		8. Моделирование режимов ионной имплантации.	4
	ИТОГО в 5 семестре		32

2.4. Курсовые работы не предусмотрены.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
9	1	Формирование диэлектрических и проводящих пленок	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями) 2. Подготовка к выполнению лабораторной работы №1 3. Подготовка к защите лабораторной работы №1 4. Подготовка к зачету 	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
	2	Технологии травления поверхности в микро- и наноэлектронике.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями) 2. Подготовка к выполнению лабораторной работы №2 3. Подготовка к защите лабораторной работы №2 4. Подготовка к зачету 	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
	3	Методы легирования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями) 2. Подготовка к выполнению лабораторной работы №3-8 3. Подготовка к защите лабораторной работы №3-8 4. Подготовка к зачету 	<p>4</p> <p>2*6=12</p> <p>1*6=6</p> <p>2</p>
ИТОГО в семестре				40

3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

См. Фонд оценочных средств

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине

Рейтинговая система не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Барыбин, А.А. Физико-технологические основы макро-, микро, и наноэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Барыбин, В.И. Томилин, В.И. Шаповалов ; под общ. ред. А.А. Барыбина. - Москва : Физматлит, 2011. - 783 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457643 (дата обращения 13.08.2020).	1-3	9	ЭБС	
2.	Брусенцов, Ю.А. Материалы твердотельной микро- и наноэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Брусенцов, А.М. Минаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 80 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437072 (дата обращения 13.08.2020).	1-3	9	ЭБС	

3.	Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и магистратуры / под ред. Ю. В. Гуляева. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – Режим доступа: https://www.biblionline.ru/book/A0C6EAC5-4E68-4179-9E9F-22718110C907 (дата обращения 13.08.2020)	1-3	9	ЭБС	
----	---	-----	---	-----	--

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Барыбин, А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Барыбин. - Москва : Физматлит, 2008. - 424 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75443 (дата обращения 13.08.2020)	1-3	9	ЭБС	
2.	Драгунов, В.П. Микро- и наноэлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Драгунов, Д.И. Остертак. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 38 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228941 (дата обращения 13.08.2020)	1-3	9	ЭБС	
3.	Легостаев, Н.С. Микроэлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2013. - 172 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480611 (дата обращения 13.08.2020)	1-3	9	ЭБС	

4.	Марков, В.Ф. Материалы современной электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Ф. Марков, Х.Н. Мухамедзянов, Л.Н. Маскаева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 272 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275825 (дата обращения 13.08.2020)	1-3	9	ЭБС	
----	---	-----	---	-----	--

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Университетская библиотека ONUNE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: http://biblioclub.ni/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 13.08.2020).
2. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 13.08.2020).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. ЗАО НТ-МДТ – описание методик применения сканирующей зондовой микроскопии – Режим доступа: <http://www.ntmdt.ru/spm-principles> (дата обращения: 13.08.2020).
2. Сборник книг по нанотехнологии и наноразмерным материалам – Режим доступа: http://www.nanometer.ru/library_list.html (дата обращения: 13.08.2020).
3. Сборник книг по физике полупроводников – Режим доступа: <http://knigi.tr200.ru/v.php?id=220319> (дата обращения: 13.08.2020).
4. Электронные версии журналов «Физика и техника полупроводников», «Физика твердого тела», «Журнал технической физики» – Режим доступа: <http://www.ioffe.ru/index.php?row=12&subrow=0> (дата обращения: 13.08.2020)

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

- специализированные лекционные аудитории, оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и экраном.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:

- видеопроектор, ноутбук, переносной экран

6.3. Требования к специализированному оборудованию

Специализированные установки согласно спискам оборудования, предусмотренного для каждой лабораторной работы.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

(Заполняется для ФГОС ВПО)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лабораторная работа	Для выполнения лабораторных работ используются персональные компьютеры. Программное обеспечение SMathStudio (бесплатное ПО для математического моделирования). Методические указания по выполнению лабораторных работ находятся в лаборатории на рабочих местах
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Консультирование студентов посредством электронной почты.

10. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

1. Операционная система Windows Pro (договор №65/2019 от 02.10.2019);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020 г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

При реализации дисциплины с применением (частичным применением) дистанционных образовательных технологий используются:

- вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.);
- набор веб-сервисов MS office365 (бесплатное ПО для учебных заведений <https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office>);
- система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО)

11. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

***Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
для промежуточного контроля успеваемости***

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1	Формирование диэлектрических и проводящих пленок	ПК-11 ПВК-2	Зачет
2	Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике.		
3	Методы легирования		

**ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ПК-11	готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования	знать	
		З1 основные методы исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	ПК-11З1
		Уметь	
		У1 корректно обосновать выбор методов для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	ПК-11У1
ПК-11		владеть	
		В1 навыками применения современной методологии исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	ПК-11В1
ПВК-2	способность ориентироваться в современных тенденциях развития техники и технологии	знать	
		З1 основные принципы построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники	ПВК-2 З1

		З1 основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и нанoeлектроники.	ПВК-2 З2
		Уметь	
		У1 корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	ПВК-2 У1
		У1 использовать современные аналитические и технологические методы для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	ПВК-2 У2
		владеть	
		В1 навыками использования аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	ПВК-2 В1

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Современные тенденции развития технологий микроэлектроники	ПВК-2 З1, З2, У1, У2 В1 ПК-11 З1, У1, В1
2	Требования к полупроводниковым материалам	ПВК-2 З1, З2, У1, У2 В1 ПК-11 З1, У1, В1
3	Абразивные материалы.	ПВК-2 З1, З2, У1, У2 В1 ПК-11 З1, У1, В1
4	Резка полупроводниковых слитков.	ПВК-2 З1, З2, У1, У2 В1 ПК-11 З1, У1, В1
5	Шлифовка и полировка пластин.	ПВК-2 З1, З2, У1, У2 В1 ПК-11 З1, У1, В1
6	Контроль качества обработки пластин.	ПВК-2 З1, З2, У1, У2 В1 ПК-11 З1, У1, В1

7	Цели технохимических процессов подготовки подложек	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
8	Отмывка подложек.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
9	Химическая обработка подложек.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
10	Парогазовая обработка подложек.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
11	Ионно-плазменная и плазмохимическая обработка подложек.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
12	Распределение примеси при диффузии.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
13	Технологические операции диффузии.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
14	Методы расчетов диффузионных структур.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
15	Методы расчетов режимов диффузии.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
16	Диффузионные процессы при изготовлении ИМС.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
17	Дефекты и методы контроля диффузионных структур.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
18	Основные методы эпитаксии.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
19	Особенности технологии эпитаксии соединений АЗВ5.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
20	Дефекты эпитаксиальных пленок и методы контроля.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
21	Требования, предъявляемые к защитным диэлектрическим пленкам.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
22	Термическое окисление кремния.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
23	Пиролитическое осаждение оксидных кремниевых пленок.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
24	Анодное окисление кремния.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
25	Осаждение термическим испарением.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
26	Реактивное катодное распыление оксида кремния.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
27	Пленки нитрида кремния.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
28	Дефекты и методы контроля оксидных пленок.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1

		ПК-11 З1, У1, В1
29	Фотолиитография.	ПВК-2 З1, З2, У1, У2 В1 ПК-11 З1, У1, В1
30	Рентгенолиитография.	ПВК-2 З1, З2, У1, У2 В1 ПК-11 З1, У1, В1

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено».

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине **Микро- и наноэлектроника** (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Зачтено» – оценка соответствует повышенному и пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Утверждаю:

Декан

физико-математического
факультета



Н.Б. Федорова

«31» августа 2020 г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Микро- и наноэлектроника

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль)

Технология и Физика

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Рязань 2020

1. Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Микро- и наноэлектроника» является формирование у студентов представлений о современных тенденциях развития микроэлектроники, о физико-химических принципах современных технологий производства микро- и наноэлектронных приборов

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1.

Дисциплина изучается на 5 курсе (9 семестр).

3. Трудоемкость дисциплины:

2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			Знать	Уметь	Владеть
1.	ПК-11	готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования	основные методы исследования и изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники	корректно обосновать выбор методов для исследования и изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники.	навыками применения современной методологии исследования и изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники;
2.	ПК-2	способность ориентироваться в современных тенденциях развития техники и технологии	основные принципы построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники; основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и наноэлектроники.	корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники; использовать современные аналитические и технологические методы для исследования и изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники.	навыками использования аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники

5. Форма промежуточной аттестации и семестр (ы) прохождения

Зачет (9 семестр)

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.