


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	<b>Пороговый</b> Знает основные методы исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники Владеет навыками применения современной методологии исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники <b>Повышенный</b> 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	<b>Пороговый</b> 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; <b>Повышенный</b> 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
1	2	3
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
В том числе:		
Лекции (Л)		
Лабораторные занятия (ЛР)	32	32
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
В том числе		
<b>СРС в семестре</b>		
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
<b>СРС в период сессии</b>		
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	зачет (З)	Зачет
		-
<b>ИТОГО: общая трудоемкость</b>	Часов	72
	зач. ед.	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**

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



### 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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457643">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457643</a> (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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=437072">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=437072</a> (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: <a href="https://www.biblionline.ru/book/A0C6EAC5-4E68-4179-9E9F-22718110C907">https://www.biblionline.ru/book/A0C6EAC5-4E68-4179-9E9F-22718110C907</a> (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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75443">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75443</a> (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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228941">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228941</a> (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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480611">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480611</a> (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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275825">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275825</a> (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](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](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	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> основные методы исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	<b>ПК-11З1</b>
		<b>Уметь</b>	
		<b>У1</b> корректно обосновать выбор методов для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	<b>ПК-11У1</b>
ПК-11		<b>владеть</b>	
		<b>В1</b> навыками применения современной методологии исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	<b>ПК-11В1</b>
ПВК-2	способность ориентироваться в современных тенденциях развития техники и технологии	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> основные принципы построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники	<b>ПВК-2 З1</b>



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

### 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 31, У1, В1
29	Фотолиитография.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, У1, В1
30	Рентгенолиитография.	ПВК-2 31, 32, У1, У2 В1 ПК-11 31, 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.