

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

Утверждаю:
физико-математического
факультета

Декан

Н.Б. Федорова

« 31 » августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Микро- и наноэлектроника

Уровень основной профессиональной образовательной программы
бакалавриат

Направление подготовки 16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль)
подготовки Физическая электроника

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный – 4 года

Факультет (институт) Физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и методики преподавания физики

Рязань 2020

При разработке рабочей программы дисциплины (модуля)
в основу положены:

1. ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика,
утвержденный приказом Минобрнауки России
от «12» марта 2015 г. №204
2. Учебный план направления подготовки 16.03.01 Техническая физика,
(указывается код и наименование направления подготовки)
направленность (профиль) Физическая электроника

одобрен Ученым советом РГУ имени С.А. Есенина
от «__» _____ 20__ Протокол № _____

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры
общей и теоретической физики и МПФ
от «31» августа 2020 года Протокол №1

Заведующий кафедрой _____ О.Е. Трунина _____

Рабочая программа дисциплины одобрена Учебно-методическим советом физико-
математического факультета
от «31» _____ августа 2020 Протокол №1

Председатель Учебно-методического совета физико-математического факультета
_____ О.В. Кузнецова _____

Разработчики _____ _____

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения учебной дисциплины **Микро- и наноэлектроника** является формирование у бакалавров представлений о современных тенденциях развития микроэлектроники, о физико-химических принципах современных технологий производства микро- и наноэлектронных приборов, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина **Микро- и наноэлектроника** относится к Блоку 1, циклу **Б.1.В.ДВ.9 Дисциплины по выбору** (вариативная часть).

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

- Физика;
- Химия;
- Измерительная техника;
- Электроника и схемотехника.

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

- Физика наноразмерных структур;
- Физика структур пониженной размерности;
- Современные промышленные технологии;
- Специальные вопросы нанотехнологий;
- Практикум по микро- и наноэлектронике;
- Государственный экзамен.

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) (общепрофессиональных- ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-8	способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	Основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования 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.
2.	ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов;	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.
3.	ПК-14	способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических,	Основные принципы построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	Корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	Навыками применения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.

		экономических и эстетических параметров			
--	--	---	--	--	--

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Микро- и наноэлектроника					
Цель дисциплины		Целью освоения учебной дисциплины Микро- и наноэлектроника является формирование у бакалавров представлений о современных тенденциях развития микроэлектроники, о физико-химических принципах современных технологий производства микро- и наноэлектронных приборов, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-8	способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	Знать: основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и наноэлектроники. Уметь: использовать современные аналитические и технологические методы для исследования и изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники. Владеть: навыками использования	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	Пороговый: Знает основные закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и наноэлектроники. Способен анализировать особенности применения различных аналитических и технологических методов. Повышенный: Владеет навыками

		аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.			использования аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.
--	--	---	--	--	---

Профессиональные компетенции:

КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов	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 лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	Пороговый: Знает основные методы исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники. Способен анализировать область применимости аналитических и технологических методов. Повышенный: Владеет навыками применения современной методологии исследования и изготовления

					приборных структур микро- и нанoeлектроники.
ПК-14	<p>способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров</p>	<p>Знать: основные принципы построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.</p> <p>Уметь: корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.</p> <p>Владеть: навыками применения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.</p>	<p>Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.</p>	<p>Защита лабораторных работ, зачет.</p>	<p>Пороговый: Знает основные закономерности построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники. Способен анализировать области применения аналитического и технологического оборудования.</p> <p>Повышенный: Владеет навыками применения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.</p>

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		№ 5	
		часов	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54	54	
В том числе:			
Лекции (Л)	18	18	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36	
Самостоятельная работа студента (всего)	54	54	
В том числе			
<i>СРС в семестре:</i>			
Курсовая работа	КП	нет	нет
	КР	нет	нет
<i>Другие виды СРС:</i>			
Изучение литературы	14	14	
Подготовка тематических обзоров	14	14	
Подготовка к зачету	4	4	
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	22	22	
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),		
	экзамен (Э)		
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	108	108
	зач. ед.	3	3

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий: 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).

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
5	1	Введение	Основные задачи микроэлектроники. Особенности технологии микроэлектроники. Современные тенденции развития. Структуры нанoeлектроники. Требования к полупроводниковым материалам. Технологический маршрут.
	2	Изготовление и обработка полупроводниковых пластин	Абразивные материалы. Резка полупроводниковых слитков. Шлифовка и полировка пластин. Контроль качества обработки. Цели технокимических процессов подготовки подложек. Виды загрязнений поверхности подложек. Отмывка подложек. Химическая обработка. Парогазовая обработка. Ионно-плазменная и плазмохимическая обработка.
	3	Эпитаксия	Основные методы эпитаксии. Газофазная эпитаксия кремния. Особенности химических реакций и технологические режимы. Оборудование газофазной эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Особенности технологии эпитаксии соединений АЗВ5. Дефекты и методы контроля.
	4	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.
	5	Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике.	Роль операций травления. Химическое травление. Ионно-плазменное травление. Реактивное ионно-плазменное травление.
	6	Литография	Назначение литографии. Классификация методов литографии. Фотолитография. Фоторезисты. Фотошаблоны. Процесс фотолитографии Рентгенолитография. Электронная литография. Нанолитография. Дефекты и методы контроля.
	7	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.
8	Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем	Скрайбирование пластин. Особенности процессов сборки. Типы корпусов. Монтаж кристалла в корпус. Испытания полупроводниковых приборов и ИМС.

2.2. Разделы учебной дисциплины (модуля), 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
5	1	Введение	2			4	6	Тематический обзор (1 неделя)
	2	Изготовление и обработка полупроводниковых пластин	2			4	6	Тематический обзор (2 неделя)
	3	Эпитаксия	2			4	6	Тематический обзор (3 неделя)
	4	Формирование диэлектрических и проводящих пленок	2	4		8	14	Тематический обзор Защита лабораторных работ (4,5 неделя)
	5	Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике.	2	4		8	14	Тематический обзор Защита лабораторных работ (6-8 неделя)
	6	Литография	2			4	6	Тематический обзор (9-12 неделя)
	7	Методы легирования	4	28		14	46	Защита лабораторных работ (13-15 неделя)
	8	Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем	2			4	6	Тематический обзор (16-18 неделя)
		Разделы дисциплины 1 - 8				4	4	зачет
		ИТОГО за 5 семестр		18	36		54	108
	ИТОГО		18	36		54	108	

2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Всего часов	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
5	1	Введение			
	2	Изготовление и обработка полупроводниковых пластин			
	3	Эпитаксия			
	4	Формирование диэлектрических и проводящих пленок	1. Моделирование процесса термического окисления кремния.	4	
	5	Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике.	2. Изучение процессов химического травления кремния.	4	
	6	Литография			
	7	Методы легирования	3. Моделирование профиля распределения примеси при диффузии. 4. Моделирование двухстадийного процесса диффузии. 5. Расчет глубины залегания p-n-перехода при диффузии. 6. Расчет режимов диффузии (обратная задача диффузии). 7. Моделирование распределения примеси при ионной имплантации. 8. Моделирование режимов ионной имплантации. 9. Моделирование профиля распределения примеси в биполярном транзисторе, изготовленном термической диффузией.	4 4 4 4 4 4 4	
	8	Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем			
		ИТОГО в 5 семестре			36

2.4. Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
5	1.	Введение	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 2. Написание тематического обзора.	2 2
	2.	Изготовление и обработка полупроводниковых пластин	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 2. Написание тематического обзора.	2 2
	3.	Эпитаксия	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 2. Написание тематического обзора.	2 2
	4	Формирование диэлектрических и проводящих пленок	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 2. Написание тематического обзора. 3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №1. 4. Подготовка к защите лабораторной работы №1.	2 2 2 2
	5	Технологии травления поверхности в микро- и нанозлектронике.	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 2. Написание тематического обзора. 3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №2. 4. Подготовка к защите лабораторной работы №2.	2 2 2 2
	6	Литография	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 2. Написание тематического обзора.	2 2
	7	Методы легирования	1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №3. 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №5. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №6. 5. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №7. 6. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №8.	2 2 2 2 2 2

			7. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №9.	2
8		Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы	2
			2. Написание тематического обзора.	2
		Зачет	Изучение конспектов лекций по разделам 1–8.	4
ИТОГО в 5 семестре				54
ИТОГО				54

3.2. График работы студента

Семестр № 5

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Написание тематического обзора	ТО	+	+	+	+				+	+							+		
Выполнение и защита лабораторных работ	Лр				+	+	+	+						+	+	+			

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) (см. *Фонд оценочных средств*)

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине (модулю)

Рейтинговая система не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы) Наименование Год и место издания	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. – М.: Физматлит, 2011. – 783 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457643 (дата обращения: 13.08.2020).	1-8	5	ЭБС	
2.	Брусенцов, Ю.А. Материалы твердотельной микро- и наноэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Брусенцов, А.М. Минаев. – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 80 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437072 (дата обращения: 13.08.2020).	3-7	5	ЭБС	
3.	Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и магистратуры / Ю. В. Гуляев [и др.]; под редакцией Ю.В. Гуляева. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 460 с. – Режим доступа: URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/402562 (дата обращения: 16.08.2020).	1-8	5	ЭБС	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы) Наименование Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Драгунов, В.П. Микро- и нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Драгунов, Д.И. Остертак. – Новосибирск: НГТУ, 2012. – 38 с. – Режим доступа: - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228941 (дата обращения: 13.08.2020).	1-8	5	ЭБС	
2.	Барыбин, А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Барыбин. – М.: Физматлит, 2008. – 424 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75443 (дата обращения: 13.08.2020).	1-8	5	ЭБС	
3.	Марков, В.Ф. Материалы современной электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Ф. Марков, Х.Н. Мухамедзянов, Л.Н. Маскаева. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 272 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275825 (дата обращения: 13.08.2020).	1-8	5	ЭБС	
4.	Легостаев, Н.С. Микроэлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: Эль Контент, 2013. – 172 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480611 (дата обращения: 13.08.2020).	1-8	5	ЭБС	
5.	Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и магистратуры / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков; под редакцией А. С. Сигова. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 270 с. – Режим доступа: URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/391066 (дата обращения: 16.08.2020).	2,4,5	5	ЭБС	

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

1. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_blocks&view=main_ub (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 (модуля)

Нанометр: Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://www.nanometer.ru/library_list.html (дата обращения 13.08.2020).

Официальный сайт ЗАО НТ-МДТ – описание методик применения сканирующей зондовой микроскопии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ntmdt-si.ru/resources/spm-principles> (дата обращения 13.08.2020).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: специализированные лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и экраном.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, для проведения демонстраций и опытов, полный комплект физических установок и приборов.

6.3. Требования к специализированному оборудованию: Специализированные установки согласно спискам оборудования предусмотренного для каждой лабораторной работы.

6.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса: *отсутствуют.*

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (*Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО*)

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы,

	термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю.
Практические занятия	Не предусмотрены учебным планом.
Курсовая работа	Не предусмотрена учебным планом.
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 (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем *(при необходимости)*

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
2. Консультирование обучающихся посредством электронной почты.

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса.

Название ПО	№ лицензии
Операционная система WindowsPro	Договор №65/2020 от 02.10.2020
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Договор № 14-3К-2020 от 06.07.2020г.
Офисное приложение Libre Office	Свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	Свободно распространяемое ПО
Браузер изображений Fast Stone ImageViewer	Свободно распространяемое ПО
PDF ридер Foxit Reader	Свободно распространяемое ПО
Медиа проигрыватель VLC mediaplayer	Свободно распространяемое ПО
Запись дисков Image Burn	Свободно распространяемое ПО
DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in	Свободно распространяемое ПО
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)	Свободно распространяемое ПО
Система электронного обучения Moodle	Свободно распространяемое ПО

11. Иные сведения

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
«Физика структур пониженной размерности»

Направление подготовки
16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль)
Физическая электроника

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Рязань 2020

1. Цель освоения дисциплины

формирование у бакалавров представлений о современных тенденциях развития микроэлектроники, о физико-химических принципах современных технологий производства микро- и нанoeлектронных приборов, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к Блоку 1, циклу Б.1.В.ДВ.9 Дисциплины по выбору (вариативная часть).

Дисциплина изучается на 3 курсе (5 семестр).

3. Трудоемкость дисциплины: 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

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	2	3	4	5	6
1.	ОПК-8	способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	Основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования 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.
2.	ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов;	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.

3.	ПК-14	способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров	Основные принципы построения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроник и.	Корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	Навыками применения аналитического и технологического оборудования для обеспечения различных операций изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроник и.
----	-------	--	---	--	--

5. Форма промежуточной аттестации и семестр(ы) прохождения
Зачет (5 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.