

УТВЕРЖДАЮ
 Первый проректор,
 проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

«30» 06 2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.1.1 <i>(Индекс дисциплины)</i>	Нанотехнологии в электронике и оптоэлектронике <i>(Наименование дисциплины)</i>
Кафедра: 1 <i>Код</i>	Автоматизации производственных процессов <i>Наименование кафедры</i>
Направление подготовки:	15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Профили подготовки:	Автоматизация и управление
Уровень образования:	Магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		
	Аудиторные занятия	68		
	Лекции	17		
	Лабораторные занятия	17		
	Практические занятия	34		
	Самостоятельная работа	76		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	2		
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная		4										
Очно-заочная												
Заочная												

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 2: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области применения нанотехнологий для создания электронных и оптоэлектронных устройств систем автоматизации, управления, контроля и диагностики технологических процессов и производств.

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть историю возникновения нанотехнологий, основные мировые достижения на сегодняшний день и перспективы развития;
- Раскрыть принципы построения и функционирования электронных устройств, выполненных на основе нанотехнологий, дать знания и понимание законов, лежащих в основе работы, как отдельных элементов, так и электронных систем в целом;
- Показать особенности применения электронных устройств при решении широкого круга производственных задач;
- Предоставить обучающимся возможности для формирования навыков работы с научно-технической литературой и программным обеспечением по математическому моделированию функционирования электронных устройств.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-1	способностью разрабатывать технические задания на модернизацию и автоматизацию действующих производственных и технологических процессов и производств, технических средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, новые виды продукции, автоматизированные и автоматические технологии ее производства, средства и системы автоматизации, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством	первый
Планируемые результаты обучения Знать: Методику разработки новых видов продукции в электронике и оптоэлектронике Уметь: Пользоваться нанотехнологией в создании электронных приборов и устройств Владеть: Навыками разработки технического задания на новые виды продукции.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Проектирование систем автоматизации и управления (ПК-1)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Основы нанотехнологий			
Тема 1. Этапы развития электроники.	8		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 2. Научные и технологические основы нанoeлектроники.	14		
Тема 3. Элементы квантовой физики.	18		
Текущий контроль 1 (опрос)	2		
Учебный модуль 2. Полупроводниковые структуры.			
Тема 4. Роль полупроводниковых структур в микро- и оптоэлектронике. предпосылки перехода от микро - к наноструктурам.	10		
Тема 5. Основные этапы технологии ИМС. Литография.	14		
Тема 6. Физические основы нанoeлектроники	18		
Текущий контроль 2 (опрос)	2		
Учебный модуль 3. Технические средства нанотехнологии			
Тема 7 Нанолитография	8		
Тема 8 Зондовые нанотехнологии.	14		
Текущий контроль 3 (опрос)	2		
Учебный модуль 4. Перспективы развития нанотехнологий.			
Тема 9. Углеродные нанотрубки	10		
Тема 10. Применение нанoeлектроники в системах автоматического управления и контроля.	12		
Текущий контроль 4 (опрос)	2		
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	10		
ВСЕГО:	144		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	1				
2	2	2				
3	2	2				
4	2	2				
5	2	1				
6	2	2				
7	2	2				
8	2	2				
9	2	2				
10	2	1				
		17				

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Обсуждение истории развития электроники и микроэлектроники	2	4				
2	Обсуждение методов фотолитографии	2	2				
3	Современные взгляды на проблемы квантовой физики	2	4				
4	Полупроводниковые структуры, используемые в нанoeлектронике	2	4				
5	Развитие технологии производства интегральных	2	4				

Номера изучаемых тем	Наименование занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	микросхем с различной степенью интеграции						
6	Физические основы наноэлектроники	2	4				
7	Устройство современной линии по производству микросхем наномасштабного уровня	2	2				
8	Устройство и работа электронного и зондового микроскопов	2	2				
9	Углеродные нанокластеры, перспективы их применения	2	4				
10	Перспективы нанотехнологий в электронике и оптоэлектронике	2	4				
ВСЕГО:			34				

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Определение характеристик температурного поля пленки методом интегральных преобразований в конечных пределах при ее локальном облучении импульсом наносекундного диапазона	2	2				
4	Выращивание эпитаксиальных слоев арсенида галлия методом газофазной эпитаксии	2	2				
5	Исследование топографии поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в неконтактном режиме	2	2				
5	Исследование топографии поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в контактном режиме	2	2				
9	Углеродные наноструктурные кластеры	2	2				
9	Исследования спектральных характеристик наноструктурных углеродных кластеров	2	2				
9	Исследование генератора синглетного кислорода (ГСК) на базе пористых фуллереновых покрытий.	2	2				

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
9	Исследование структуры покрытий из углеродных нанокластеров с помощью растрового электронного микроскопа	2	3				
ВСЕГО:			17				

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3,4	Опрос	2	4				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	25				
Подготовка к лабораторным занятиям	2	16				
Подготовка к практическим занятиям	2	25				
Подготовка к зачету	2	10				
ВСЕГО:			76			

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция-диалог	8		
Практические занятия	Обсуждение тем, приведенных в табл.3.2	6		
Лабораторные занятия	Проведение учебного эксперимента на лабораторной установке под руководством преподавателя.	6		
ВСЕГО:		20		

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лабораторных и практических занятий, прохождение промежуточного опроса	30	<ul style="list-style-type: none"> • 1,5 балла за каждое занятие (всего 34 занятия), максимум 51 баллов • 2 балла за каждый правильный ответ на вопрос текущего контроля (всего 12 вопросов), максимум 24 балла • 4 балла за своевременное выполнение лабораторной работы с представлением отчета (максимум 20 баллов) • 5 баллов за активное участие на практических занятиях
2	Подготовка и представление устных докладов, либо участие в студенческой конференции «Дни науки» с публикацией тезисов доклада	20	<ul style="list-style-type: none"> • 50 баллов за доклад на занятии (всего 1 доклад в семестре), максимум 50 баллов; • 30 баллов за выступление на конференции, либо до 50 баллов за доклад, занявший одно из первых трех мест на конференции, максимум 50 баллов.
4	Сдача зачета	50	Ответ на теоретический вопрос 2 вопроса по 50 баллов каждый (полнота, владение терминологией, затраченное время) – максимум 100 баллов;
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	
1 – 16		
0		

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Давыдов В.Н. Физические основы оптоэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Давыдов В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010.— 139 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13872.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебник/ Н.Т. Кузнецов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 399 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37077.html>.— ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная литература и другие информационные источники

1. Филяк М.М. Конструктивно-технологические основы микроэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Филяк М.М.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30059.html>.— ЭБС «IPRbooks»

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

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.

2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://publish.sutd.ru/>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Windows 10 Pro, OfficeStd,
Quite Universal Circuit Simulator, Michael Margraf

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Мультимедийный комплекс в составе проектора BenQ MP 610, демонстрационного экрана и ноутбука ACER Aspire 3613LC.
2. Принтеры: струйные Hewlett-Packard DeskJet 656c, 400, 9300; лазерный Samsung ML-2250.
3. Плоттер Hewlett-Packard 7475A.
4. Сканер Acer S2W 3300U. ...

Лаборатория электронных устройств автоматики СПГУПТД. Лаборатории АО «Государственный Оптический Институт им.С.И.Вавилова»

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины; • конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. • работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	На практических занятиях обсуждаются темы, приведенные в табл.3.2.
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др. в процессе взаимодействия со специально разработанными модельными установками или образцами реально действующего оборудования, предполагают проведение учебного эксперимента на лабораторной установке под руководством преподавателя; наблюдение за процессом.
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, а также подготовки к зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством преподавателя.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-1 / 2	<ul style="list-style-type: none"> - Описывает современные методики изготовления электронных компонентов - Анализирует успехи и возможности нанотехнологий в изготовлении современной элементной базы электроники. - Составляет задание на разработку устройств электроники и оптоэлектроники 	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практические задания</p>	Перечень вопросов для устного собеседования (20)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
40 – 100	Зачтено	Обучающийся освоил дисциплину, приобрел практические навыки и теоретические знания в области нанотехнологии в электронике и оптоэлектронике. Ответил грамотно на все теоретические вопросы. Посетил все занятия, в полном объеме выполнил все практические задания предусмотренные программой дисциплины.
0 – 39	Не зачтено	Студент не приобрел необходимые знания и умения, пропустил большое количество занятий без уважительных причин, не освоил теоретический материал, не выполнил практических заданий, предусмотренных дисциплиной

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	Провести анализ этапов развития электроники. Описать развитие элементной базы. Объяснить необходимость перехода к наноразмерным структурам.	
2	Составить схему фотолитографического процесса изготовления микросхем. Выполнить моделирование их расположения на печатной плате с использованием программы PCAD	
3	Изготовить печатную плату электронного устройства по заданию преподавателя	
4	Рассчитать оптическую схему ввода излучения от полупроводникового лазера с длиной волны 1,55 мкм в кварцевое одномодовое волокно. Определить поглощение и дисперсию излучения на длине 100 км.	

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Этапы развития электроники, смена элементной базы.	1
2	Достоинства и недостатки основных базовых элементов электроники.	1
3	Основные достижения и проблемы нанотехнологии в области электроники.	2
4	Технология 20нм.	2
5	Основные положения квантовой физики.	3
6	Применения квантовомеханических подходов в изучении наноструктур.	3
7	Основные типы полупроводников применяемых в наноэлектронике.	4
8	Основные типы и характеристики полупроводников применяемых в оптоэлектронике.	4

9	Технологические этапы, применяемые в литографии.	5
10	Современные способы получения наноструктур методом литографии.	5
11	Особенности физики наноструктур.	6
12	Возможность перехода к 3D структурам, используя достижения биоэлектроники.	6
13	Принцип работы, устройство и разрешающая способность оптического микроскопа.	8
14	Принцип работы, устройство и разрешающая способность электронного микроскопа.	8
15	Принцип работы, устройство и разрешающая способность зондового микроскопа.	8
16	Применение зондовых технологий при изготовлении электронных микросхем.	8
17	Углеродные кластеры и их применения.	9
17	Методы получения углеродных нанотрубок.	9
19	Методы получения синглетного кислорода с использованием фуллеренов.	9
20	Применение нанoeлектроники в системах автоматического управления и контроля.	10

Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций.

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Не предусмотрены

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и защите курсового проекта и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения зачета

- Не допускается использование текста лекций и других справочных материалов.
Время на подготовку ответа на зачете не превышает