ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Хашимов А. Б.
Пользователь: khashimovab
Дата подписания: 18.07.2024

А. Б. Хашимов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.06 Микро- и нанотехнологии
для направления 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 956

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Клыгач Д. С.
Пользователь: klygachds
Дата подписания: 16.06.2024

Д. С. Клыгач

Разработчик программы,
доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Бухарин В. А.
Пользователь: bukharinva
Дата подписания: 16.06.2024

В. А. Бухарин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование компетенций проектно-технологической деятельности в области технологии микро- и наноэлектронных систем. Основные задачи дисциплины: изучение основных современных достижений в технологии микро- и наноэлектронных систем; формирование представлений о технологическом процессе микро- и наноэлектронных систем от подготовки до создания структур, соединений и общей герметизации наноэлектронных систем.

Краткое содержание дисциплины

Основные этапы технологии ИМС. Предпосылки перехода от микро- к наноэлектроннике. Получение полупроводникового материала и полупроводниковых пластин. Получение эпитаксиальных структур. Традиционные методы осаждения пленок. Методы формирования элементов ИМС. Литография. Преемственность этапов развития электроники. Технические средства нанотехнологии. Два подхода к изготовлению структур в нанотехнологиях. Эпитаксиальные методы получения наноструктур. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Формирование квантовых точек посредством самоорганизации при эпитаксии. Перспективы использования массивов квантовых точек. Нанолитография. Оптическая литография (фотолитография). Электронно-лучевая литография. Рентгенолитография. Ионолитография. Нанопечать. Сравнение нанолитографических методов. Саморегулирующиеся процессы. Самоупорядочение. Самосборка. Зондовые нанотехнологии. Общие принципы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ). Применение СТМ для исследований. Нанотехнологии на основе СТМ. Сканирующий атомно-силовой микроскоп (АСМ). Примеры применения АСМ для диагностики полупроводниковых структур. Нанолитография на основе АСМ. Углеродные нанотрубки. Форма и структура нанотрубок. Методы получения нанотрубок. Свойства нанотрубок. Неуглеродные нанотрубки. Перспективы применения нанотрубок в электронике. Формирование квантовых точек и проволок. Контакты к отдельным молекулам. Линейная мера для измерений с помощью электронных и атомно-силовых микроскопов. Назначение линейных мер.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	Знает: основные понятия, уравнения и законы микроэлектроники, электродинамики, физики твёрдого тела, математические модели физических процессов нано- и микроэлектроники; основные волновые процессы и явления, происходящие в нано- и микроэлектронных устройствах, основные технологические процессы микро- и наноэлектронных систем от подготовки до создания структур, соединений и общей герметизации микро- и наноэлектронных систем; современные САПР изделий микро- и наноэлектроники

	Умеет: оценивать основные параметры электромагнитных полей, токов и сил, действующих на микро- и наноэлектронные структуры в технологическом процессе; проводить проектирование микро и наноэлектронных изделий; работать с современными САПР микро- и наноэлектроники; пользоваться современным инфокоммуникационными технологиями, различными источниками научно-технической литературы Имеет практический опыт: проектирования микро и наноэлектронных изделий; работы с основными методами исследования физических эффектов нано- и микроэлектроники, с современными САПР микро- и наноэлектроники; использования полученных знаний для анализа физических и технических характеристик микро и наноэлектронных устройств

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.04 Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.04 Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов	Знает: пакеты программ, которые используются для решения задач на суперкомпьютерах Умеет: управлять задачами, которые решаются на суперкомпьютере Имеет практический опыт: обмена файлами между суперкомпьютером и персональным компьютером

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 57,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	32	32

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	50,5	50,5
Подготовка к экзамену	14,5	14.5
Изучение "Технология производства ИМС"	20	20
Подготовка к практическим занятиям	16	16
Консультации и промежуточная аттестация	9,5	9,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Преемственность этапов развития электроники	4	2	2	0
2	Основные этапы технологии ИМС	10	6	4	0
3	Нанолитография	10	8	2	0
4	Зондовые нанотехнологии	16	10	6	0
5	Углеродные нанотрубки	6	4	2	0
6	Современное нанотехнологическое оборудование	2	2	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Терминология дисциплины, основные понятия и определения, система единиц физических величин СИ. Пред-посылки перехода от микро- к наноэлектроннике. Преемственность этапов развития электроники.	2
2	2	Основные этапы технологии ИМС. Получение полупроводникового материала и полупроводниковых пластин.	2
3	2	Методы формирования элементов ИМС. Литография.	2
4	2	Микротехнология и конструкции микросхем. Операции соединения материалов. Требование к чистоте воздушной среды и климатическим параметрам. Операции нанесения плёнок. Операции формирования конфигураций элементов интегральных микросхем. Операции удаления материалов с поверхности пластин и подложек. Операции соединения материалов.	2
5	3	Нанолитография. Оптическая литография (фотолитография). Электронно-лучевая литография. Рентгенолитография. Ионолитография.	2
6	3	Нанопечать. Сравнение нанолитографических методов. Саморегулирующиеся процессы. Самоупорядочение. Самосборка.	2
7	3	Технические средства нанотехнологии. Два подхода к изготовлению структур в нанотехнологиях. Эпитаксиальные методы получения наноструктур.	2
8	3	Молекулярно-лучевая эпитаксия. Формирование квантовых точек посредством самоорганизации при эпитаксии. Перспективы использования массивов квантовых точек.	2
9	4	Зондовые нанотехнологии. Общие принципы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ).	2

10	4	Применение СТМ для исследований. Нанотехнологии на основе СТМ.	2
11	4	Сканирующий атомно-силовой микроскоп (АСМ). Примеры применения АСМ для диагностики полупроводниковых структур.	2
12	4	Нанолитография на основе АСМ.	2
13	4	Линейная мера для измерений с помощью электронных и атомно-силовых микроскопов. Назначение линейных мер.	2
14	5	Углеродные нанотрубки. Форма и структура нанотрубок. Методы получения нанотрубок. Свойства нанотрубок. Неуглеродные нанотрубки.	2
15	5	Перспективы применения нанотрубок в электронике. Формирование квантовых точек и проволок. Контакты к отдельным молекулам.	2
16	6	Современное нанотехнологическое оборудование	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение в нанотехнологии. Физика наноустройств. Полупроводниковые приборы как элементы интегральных схем.	2
2	2	Прохождение частицы через потенциальный барьер. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме. Квантово-размерный эффект. Гармонический квантовый осциллятор. Модель Кронига-Пенни. Сверхрешётки. Поверхностные со-стояния. МДП-структура.	2
3	2	Операции формирования электронно-дырочных переходов. Метод диффузии. Ионное легирование.	2
4	3	Оптическая литография (фотолитография). Электронно-лучевая литография. Рентгенолитография. Ионолитография. Нанопечать.	2
5	4	Зондовая микроскопия. Методы сканирующей зондовой микроскопии. Вынужденные колебания кантилевера в вязкой среде.	2
6	4	Зондовые нанотехнологии создания элементной базы наноэлектроники. Формирование наноразмерных структур с помощью проводящего зонда.	2
7	4	Локальная глубинная модификация поверхности полупроводниковых подложек. Локальная электродинамическая модификация поверхности подложки.	2
8	5	Нанотрубки. Расчёт зонной структуры углеродных нанотрубок, применяемых в электронных устройствах. Физические свойства углеродных нанотрубок, применяемых в элементах электронных устройств.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит., 2, гл. 10, 11, 12. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок [Текст] учеб. пособие для	3	14,5

	вузов по специальности 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" Л. А. Коледов. - 3-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2009. - 400 с. ил. ПУМД, осн. лит., 1, гл. 6,7,8. Лозовский, В. Н. Нанотехнология в электронике [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 210601 - "Нанотехнология в электронике" В. Н. Лозовский, Г. С. Константинова, С. В. Лозовский. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 327 с. ил. ЭУМД, осн. лит., 1, гл. 6. Лозовский, В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3986-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/113943. — Режим доступа: для авториз. пользователей. ЭУМД, 3, гл. 3,4. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: Машиностроение, 2012. — 656 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5793 — Загл. с экрана.		
Изучение "Технология производства ИМС"	ПУМД, осн. лит., 1, гл. 7, 8. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" Л. А. Коледов. - 3-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2009. - 400 с.	3	20
Подготовка к практическим занятиям	ПУМД, осн. лит., 1, гл. 10, 11, 12. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" Л. А. Коледов. - 3-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2009. - 400 с. ЭУМД, осн. лит., 1, гл. 6. Лозовский, В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3986-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/113943. — Режим доступа: для авториз.	3	16

	пользователей. ЭУМД, 3, гл. 3,4. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: Машиностроение, 2012. — 656 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5793 — Загл. с экрана.		

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 1	1	3	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.	экзамен
2	3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 2	1	3	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями	экзамен

						методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.	
3	3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 3	1	3	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.	экзамен
4	3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 4	1	3	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть	экзамен

						выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.	
5	3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 5	1	3	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.	экзамен
6	3	Текущий	Расчетно-	1	3	Проверка РГР осуществляется по	экзамен

		контроль	графическая работа 6			окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.	
7	3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 7	1	3	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла; - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла; - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл; - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу)	экзамен

						– 1.	
8	3	Бонус	Бонусное задание	-	0,75	Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимально возможная величина бонус-рейтинга +15 %. Критерии оценивания Зачтено: +15 % за победу в олимпиаде международного уровня; +10 % за победу в олимпиаде российского уровня; +5 % за победу в олимпиаде университетского уровня; +1 % за участие в олимпиаде. Не зачтено: –.	экзамен
9	3	Курсовая работа/проект	Курсовая работа	-	100	Защита курсовой работы выполняется в форме устного собеседования. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы преподавателя. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Показатели оценивания: – Соответствие техническому заданию: 30 баллов – полное соответствие техническому заданию, работоспособность во всех режимах; 20 баллов – полное соответствие техническому заданию, работоспособность в подавляющем большинстве режимов; 10 баллов – не полное соответствие техническому заданию, работоспособность только в части режимов; 0 баллов – не соответствие техническому заданию, неработоспособность или работоспособность только в малой части режимов.	кур-совые работы

						– Качество пояснительной записки: 30 баллов – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; 20 баллов – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями; 10 баллов – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения; 0 баллов – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 40 баллов – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы; 30 баллов – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы; 10 баллов – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы; 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по её теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.	

						Максимальное количество баллов – 100.	
10	3	Проме-жуточная аттестация	Промежуточная аттестация	-	5	Промежуточная аттестация проводится в форме ответов на вопросы, приведённые в билете. Контрольные мероприятия промежуточной аттестации проводятся во время экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). На экзамене за ответы начисляется: 5 баллов - 85-100% правильных ответов; 4 балла - 75-85% правильных ответов; 3 балла - 60-74% правильных ответов; 2 балла - 40-59% правильных ответов; 1 балл - менее 40% правильных ответов; 0 баллов - студент не явился на экзамен.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85…100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75…84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОПК-4	Знает: основные понятия, уравнения и законы микроэлектроники, электродинамики, физики твёрдого тела, математические модели физических процессов нано- и микроэлектроники; основные волновые процессы и явления, происходящие в нано- и микроэлектронных устройствах, основные технологические процессы микро- и наноэлектронных систем от подготовки до создания структур, соединений и общей герметизации микро- и наноэлектронных систем; современные САПР изделий микро- и	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	наноэлектроники										
ОПК-4	Умеет: оценивать основные параметры электромагнитных полей, токов и сил, действующих на микро- и наноэлектронные структуры в технологическом процессе; проводить проектирование микро и наноэлектронных изделий; работать с современными САПР микро- и наноэлектроники; пользоваться современным инфокоммуникационными технологиями, различными источниками научно-технической литературы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-4	Имеет практический опыт: проектирования микро и наноэлектронных изделий; работы с основными методами исследования физических эффектов нано- и микроэлектроники, с современными САПР микро- и наноэлектроники; использования полученных знаний для анализа физических и технических характеристик микро и наноэлектронных устройств	+		+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок [Текст] учебник для вузов по спец."Конструирование и технология электронных вычисл. средств и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" Л. А. Коледов. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 400 с. ил.
2. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" Л. А. Коледов. - 3-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2009. - 400 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок Учебник для вузов по спец."Конструирование и технология электронных вычисл. средств и "Конструирование и технология радиоэлектронных средств". - М.: Радио и связь, 1989. - 400 с. ил.
2. Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии Учеб. пособие для вузов В. Л. Миронов; Рос. акад. наук, Ин-т физики микроструктур. - М.: Техносфера, 2004. - 143 с. ил.
3. Конструирование и технология микросхем. Курсовое проектирование [Текст] Учеб. пособие для вузов Л. А. Коледов, В. А. Волков, Н. И. Докучаев и др.; Под ред. Л. А. Коледова. - М.: Высшая школа, 1984. - 231 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Российские нанотехнологии, науч. журн.: "Парк-медиа"

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Старостин. — 3-е изд. (эл.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 431 с.: ил. — (Нанотехнологии).

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Старостин. — 3-е изд. (эл.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 431 с.: ил. — (Нанотехнологии).

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3986-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/206276. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Введение в нанотехнологию : учебное пособие / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1318-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209636. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: Машиностроение, 2012. — 656 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5793 — Загл. с экрана.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин ; художник И. Е. Марев. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 400 с. — ISBN 978-5-906828-26-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176415. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Autodesk-Eductional Master Suite (AutoCAD, AutoCAD Architecture, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Inventor Professional Suite, AutoCAD Raster Design, MEP, Map 3D, Electrical, 3ds Max Design, Revit Architecture, Revit Structure, Revit(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	1012 (3б)	Компьютер, проекционный аппарат, интернет.
Практические занятия и семинары	1017 (3б)	Лаборатория основ микро- и наноэлектроники. Компьютеры, подключенные к сети Интернет, с пакетом прикладных программ, специализированное программное обеспечение. Демонстрационные образцы элементов: Различные полупроводниковые и микроэлектронные приборы, образцы радиоматериалов и изделия из них.