


Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета Инженерно-физического
факультета высоких технологий

протокол № 16 от « 16 » июня 2020 г.

Председатель А.Ш. Хусаинов

(подпись)
« 16 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	«Физические основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем»
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий (ИФФВТ)
Кафедра	Кафедра Физического материаловедения (ФМ)
Курс	4

Направление (специальность): **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

код направления (специальности), полное наименование

Направленность

(профиль/специализация) **Физическое материаловедение**

полное наименование

Форма обучения **очная**

очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «01» сентября 2020 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.


Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Махмуд-Ахунов М.Ю.	ФМ	Доцент, к.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой
Физического материаловедения

В.Н. Голованов
(подпись) /В.Н. Голованов/
(ФИО)
15 июня 2020 г.

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

- формирование целостной системы знаний в области производства дискретных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (ИМС);
- формирование у студентов навыков проведения учебных и научных экспериментов;
- формирование комплексных профессиональных и общекультурных компетенций в сфере профессиональной и научно-исследовательской деятельности.

Задачи освоения дисциплины:

- формирование у студентов теоретических и практических знаний, умений и навыков, необходимых при разработке, исследовании и анализе дискретных полупроводниковых приборов и ИМС.
- формирование у студентов определенных навыков экспериментальной работы;
- освоение методов научных исследований.


2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физические основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем» является факультативной дисциплиной по выбору и относится к вариативной части блока «Факультативы» ОПОП 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

В ней изучаются физические и физико-химические процессы, лежащие в основе современных тонкопленочных, оптоэлектронных дискретных и интегральных полупроводниковых технологий. Изучаются различные способы роста и легирования автосамоэпитаксиальных и гетеросамоэпитаксиальных полупроводниковых плёнок, технология формирования методами литографии топологических рисунков на фотошаблонах и полупроводниковых пластинах. Рассматриваются методы электрической изоляции активных и пассивных элементов интегральных схем, примеры технологического процесса производства биполярных интегральных микросхем, МДП-структур и ИМС на их основе, процессы сборки и контроля качества полупроводниковых приборов и ИМС

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин:

- Физика
- Математика
- Аналитическая геометрия
- Дифференциальные уравнения
- Колебания и волны, оптика
- Методы математической физики
- Теоретическая механика
- Практикум по механике
- Практикум по молекулярной физике
- Практикум по электричеству
- Метрология, стандартизация и сертификация
- Экология
- Численные методы в физике и химии
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Структура и свойства металлических наноматериалов

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		


Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- Технологии материалов
- Общее материаловедение
- Наноматериалы и нанотехнологии
- Физико-химические методы контроля и анализа материалов
- Физические свойства твердых тел

а также для прохождения производственных практик и государственной итоговой аттестации.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	<p>Знать:</p> <p>способы эпитаксиального роста монокристаллических плёнок; получение эпитаксиальных плёнок полупроводников на изолирующих подложках.</p> <p>Уметь:</p> <p>планировать и осуществлять учебный и научный эксперимент, организовывать экспериментальную и исследовательскую деятельность; оценивать результаты эксперимента.</p> <p>Владеть:</p> <p>опытом планирования, проведения и научной обработки результатов физического эксперимента;</p>
ПК-6 способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	<p>Знать:</p> <p>Литографические способы нанесения топографического рисунка на полупроводниковые пластины.</p> <p>Уметь:</p> <p>уверенно пользоваться стандартными контрольно-измерительными приборами и персональным компьютером.</p> <p>Владеть:</p> <p>Опытом оформления сопроводительной документации и рабочих журналов, сопровождающих технологический маршрут или проводимые исследования</p>
ПК-7 способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	<p>Знать:</p> <p>Технологические маршруты изготовления дискретных полупроводниковых приборов, ИМС, МДП-структур и ИМС на их основе</p> <p>Методы сборки и контроля качества полупроводнико-</p>

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		


	<p>вых приборов и ИМС</p> <p>Уметь: пользоваться обобщёнными знаниями в области современных технологий, включающих микромеханику, нано- и микротехнологии, оптоэлектронную и ИМС технологии. пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации.</p> <p>Владеть: начальными навыками практического решения задач на всех основных этапах технологического маршрута изготовления дискретных приборов и ИМС в рамках изучаемого курса. Навыками работы со всеми источниками информации, систематизировать ее и вычленять основные сведения</p>
ПК-17 способностью использовать в профессиональной деятельности основы проектирования технологических процессов, разработки технологической документации, расчетов и конструирования деталей, в том числе с использованием стандартных программных средств	<p>Знать: Технологические маршруты изготовления МДП-структур и ИМС на их основе. Методы сборки и контроля качества полупроводниковых приборов и ИМС</p> <p>Уметь: Определять оптимальные технологические маршруты изготовления МДП-структур и ИМС на их основе.</p> <p>Владеть: начальными навыками практического решения задач на всех основных этапах технологического маршрута изготовления МДП-структур и ИМС на их основе</p>

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 3 ЗЕ.

4.2. По видам учебной работы (в часах):


Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)		
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам	
		1-6	7
Контактная работа обучающихся с преподавателем	54	-	54
Аудиторные занятия:			
• лекции	18	-	18
• практические и семинарские занятия	36	-	36
• лабораторные работы (лабораторный практикум)	-	-	-
Самостоятельная работа	54	-	54

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Устный опрос, тестирование, решение задач	-	Устный опрос, тестирование, решение задач
Курсовая работа	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачет	-	Зачет
Всего часов по дисциплине	108	-	108

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы			
1. Эпитаксия.	18	3	6	–	-	9	Устный опрос, тестирование, решение задач
2. Литография.	18	3	6	–	-	9	Устный опрос, тестирование, решение задач
3. Физические основы формирования тонких поликристаллических пленок	18	3	6	–	-	9	Устный опрос, тестирование, решение задач
4. Общие закономерности технологии интегральных микросхем.	18	3	6	–	-	9	Устный опрос, тестирование
5. Технологические особенности формирования МДП-структур и ИМС на их основе	18	3	6	–	-	9	Устный опрос, тестирование
6. Сборка и контроль качества полупроводнико-	18	3	6	–	-	9	Устный опрос, тестирование

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

вых приборов и ИМС.							
ИТОГО:	108	18	36	—	-	54	

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. ЭПИТАКСИЯ

1.1. Эпитаксия из газовой фазы. Гомоэпитаксия и гетероэпитаксия. Теория и практика химической кинетики эпитаксиального роста.

1.2. Подготовка пластин перед эпитаксией. Выбор оптимальной технологии, оборудование.

1.3. Особенности эпитаксиального роста сложных полупроводников: полярных соединений A^3B^5 и твёрдых растворов на их основе.

Раздел 2. ЛИТОГРАФИЯ

2.1. Литографические методы в полупроводниковой электронике. Резисты и их классификация. Позитивные и негативные фоторезисты. Основные параметры фоторезистов.

2.2. Технологический маршрут фотолитографических процессов.

2.3. Литографические шаблоны и технология их изготовления.

Раздел 3. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКИХ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК.

3.2. Теория гомогенного и гетерогенного зародышеобразования.

3.3. Влияние технологических параметров на структуру пленок.

3.4. Методы нанесения тонких пленок в вакууме.

Раздел 4. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

4.1. Биполярные интегральные микросхемы.

4.2. Технологические маршруты производства биполярных ИМС. Формирование коллектора, базы и эмиттера.

Раздел 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МДП-СТРУКТУР И ИМС НА ИХ ОСНОВЕ


5.1. Физика МДП-транзисторов.

5.2. Технологический маршрут формирования МДП-ИМС структур.

5.3. Многослойные структуры с подзатворным диэлектриком.

Раздел 6. СБОРКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИМС

6.1. Разбраковка структур по электрическим параметрам и разделение подложек на отдельные кристаллы.

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

- 6.2. Методы сборки: Пайка, сварка, склеивание. Герметизация в корпусах.
6.3. Контроль качества сборки, приборов и изделий микроэлектроники.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Эпитаксия.

Вопросы

1. Измерение объёмного и поверхностного сопротивления кремния четырехзондовым методом.
2. Измерение толщины эпитаксиальных слоёв по дефектам упаковки, косому и шаровому шлифу.
3. Определение толщины эпитаксиальных пленок методом ИК-спектроскопии.

Раздел 2. Литография.

Вопросы

1. Методы компьютерной разработки схемотехнических вариантов металлизированных плат.
2. Технология переноса простейшего изображения с шаблонов (бумажный носитель) на металлизированную плату (стеклотекстолит с медным слоем).

Раздел 4. Общие закономерности технологии интегральных микросхем.

Вопросы

1. Внутренний фотоэффект в полупроводниках. Определение ширины запрещенной зоны материала фотодиода.
2. Технология переноса простейшего изображения с шаблонов (бумажный носитель) на металлизированную плату (стеклотекстолит с медным слоем).

Раздел 5. Сборка и контроль качества полупроводниковых приборов и ИМС.

Вопросы

1. Элементный анализ поверхности методами электронной оже-спектроскопии.
2. Сверхвысокий вакуум оже-спектрометра. Методы очистки поверхности.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Раздел 1. Эпитаксия

Лабораторная работа №1. Измерение удельного сопротивления полупроводников.

Цель работы: познакомиться с основными методами измерения удельного сопротивления полупроводниковых материалов, диффузионных, эпитаксиальных и ионно-легированных слоев.

Результаты лабораторной работы: измерения удельного сопротивления четырехзондовым методом.


Раздел 2. Литография

Лабораторная работа №2. Компьютерная разработка схемотехнических вариантов металлизированных плат.

Цель работы: освоить методику компьютерного моделирования схемотехнических вариантов печатных плат.

Результаты лабораторной работы: освоение методики компьютерного моделирования простейших печатных плат.

Лабораторная работа №3. Перенос изображений с шаблонов (бумажных носителей) на металлизированную плату. Практическая реализация технологического маршрута.

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

Цель работы: Перенос схмотехнического решения электрической схемы, разработанной в лабораторной работе № 2, на плату.

Результаты лабораторной работы: освоение методики переноса схема печатной палвт на металлизированную подложку.

Раздел 3. Физические основы формирования тонких поликристаллических пленок

Лабораторная работа №4. Технологические основы напыления тонких металлических пленок методом термического испарения в вакууме

Цель работы: Освоить технологию напыления тонких металлических пленок методом термовакuumного испарения; провести оценку толщины полученных слоев интерференционным методом.


Результаты лабораторной работы: освоение методики термовакuumного напыления тонких пленок.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Эпитаксия. Эпитаксия из газовой фазы. Химическая кинетика
2. Кинетика процесса водородного восстановления. Лимитирующие стадии процесса
3. Легирование при получении эпитаксиальных слоев и полупроводниковых кристаллов водородным восстановлением из галогенидов
4. Автолегирование в процессе эпитаксиального роста
5. Подготовка пластин перед эпитаксией
6. Скрытые слои. Их влияние на эпитаксию
7. Эпитаксиальные дефекты
8. Анализ механизма эпитаксиального роста. Выбор оптимальной технологии
9. Технологическое оборудование
10. Технологические особенности эпитаксии полупроводниковых соединений A^3B^5
11. Получение эпитаксиальных слоев методом химических транспортных реакций. Проточные системы. Замкнутые системы
12. Жидкостная эпитаксия. Молекулярно-лучевая эпитаксия
13. Получение монокристаллических пленок кремния на изолирующих подложках
14. Кремний на сапфире (КНС). Кремний на аморфной подложке
15. Литография. Роль литографических процессов в микроэлектронике
16. Резисты. Основные параметры фоторезистов. Разрешающая способность фоторезистов. Светочувствительность фоторезистов.
17. Устойчивость фоторезистов к химическим воздействиям
18. Адгезия фоторезистов к подложке
19. Основные операции фотолитографического процесса. Формирование резистивного слоя на подложках. Предэкспозиционная сушка
20. Методы переноса изображений с фотошаблона на пластину
21. Технология изготовления литографических шаблонов
22. Контроль параметров фотошаблонов, основные виды дефектов и корректировка топологии фотошаблонов
23. Технология формирования топологического рисунка на фотошаблоне
24. Элионные методы литографии. Электронно-лучевая литография. Рентгеновская и ионно-лучевая литография
25. Тонкие пленки. Теория гомогенного и гетерогенного образования зародышей.


Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

26. Термовакuumное напыление тонких пленок. Ионно-плазменные методы получения тонких пленок.
27. Общие закономерности технологии интегральных микросхем
28. Технология биполярных ИМС. Формирование активных и пассивных компонентов ИС
29. Пример технологического процесса производства биполярных ИМС
30. Формирование коллектора. Формирование базы. Формирование эмиттера
31. Подготовка контактных площадок
32. Токи утечки между коллектором и эмиттером
33. Основные варианты электрической изоляции в технологии ИМС. Изоляция обратносмещенным р–п-переходом. Изоляция ИМС диэлектрическим слоем. Комбинированная изоляция
34. Технологические особенности формирования МДП-структур и ИМС на их основе
35. Физика работы МДП-транзисторов. Базовый технологический процесс формирования МДП-ИМС
36. Толстооксидные МОП-ИМС. Технология МОП-ИМС с кремниевым затвором
37. Особенности МДП-технологии с многослойным подзатворным диэлектриком
38. Изопланарная технология
39. Сборка и контроль качества полупроводниковых приборов и ИМС
40. Разделение пластин и подложек. Методы сборки. Пайка. Сварка. Склеивание
41. Монтаж кристаллов и плат. Присоединение электродных выводов
42. Герметизация полупроводниковых приборов и ИМС в корпусах
43. Контроль качества сборки. Контроль качества сварных и паяных соединений
44. Контроль герметичности корпусов. Контроль качества полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники. Производственный контроль качества. Контроль качества готовых изделий

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Форма обучения **очная**

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (<i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i>)	Объем в часах	Форма контроля (<i>проверка решения задач, реферата и др.</i>)
Раздел 1. Эпитаксия	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	9	Устный опрос, тестирование, решение задач
Раздел 2. Литография	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	9	Устный опрос, тестирование, решение задач
Раздел 3. Физические основы формирования тонких поликристаллических пленок.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	9	Устный опрос, тестирование, решение задач
Раздел 4. Общие закономерности технологии интегральных микросхем.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	9	Устный опрос, тестирование, решение задач
Раздел 5. Технологиче-	Проработка учебного материала,	9	Устный опрос,

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

ские особенности формирования МДП-структур и ИМС на их основе	подготовка к сдаче экзамена		тестирование, решение задач
Раздел 6. Сборка и контроль качества полупроводниковых приборов и ИМС.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	9	Устный опрос, тестирование, решение задач

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


а) Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Орлов А. М. Физические основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учеб. пособие для вузов по направл. подгот. высш. образования 03.03.02 - Физика / А.М. Орлов, Б. М. Костишко, А. А. Скворцов; УлГУ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ульяновск : УлГУ, 2015. - 423 с.
2. Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для академического бакалавриата / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 250 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-10000-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/429122>
3. Таиров Ю. М. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: учебник для вузов по спец. "Физика и технология материалов...", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы" / Ю.М.Таиров, В. Ф. Цветков. - Москва : Высшая школа, 1990. - 423 с.

Дополнительная:

1. Филяк, М. М. Основные физические процессы в проводниках, полупроводниках и диэлектриках : учебное пособие / М. М. Филяк. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 134 с. — ISBN 978-5-7410-1188-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/54132.html>.
2. Смирнов, С. В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монолитных интегральных схем : учебное пособие / С. В. Смирнов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. — 115 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13944.html>
3. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы : учебник для бакалавриата и магистратуры / Ю. В. Гуляев [и др.] ; под редакцией Ю. В. Гуляева. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 460 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-03170-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433947>.

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

Учебно-методическая:

1. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физические основы технологии интегральных микросхем» для студентов бакалавриата всех форм обучения / М. Ю. Махмуд-Ахунов; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 344 Кб). - Текст : электронный. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7640>

Согласовано:

И. Библиотечник ООП | *Тамешева А.А.* | *А.У.* |
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись


б) Программное обеспечение

не предусмотрено

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы

- 1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ группа компаний Ай Пи Эр Медиа. - Электрон. дан. - Саратов, [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
- 1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.
- 1.3. **Консультант студента** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.
- 1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.
- 1.5. **Znanium.com** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://znanium.com>.
2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система/ Компания «Консультант Плюс». - Электрон. дан. - Москва: КонсультантПлюс, [2019].
3. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс]: электронные журналы/ ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.
4. **Национальная электронная библиотека** [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.
5. **Федеральные информационно-образовательные порталы:**
 - 5.1. Информационная система [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru). Режим доступа: <http://window.edu.ru>.
 - 5.2. Федеральный портал [Российское образование](http://www.edu.ru). Режим доступа: <http://www.edu.ru>.
6. **Образовательные ресурсы УлГУ:**
 - 6.1. Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>.
 - 6.2. Образовательный портал УлГУ. Режим доступа: <http://edu.ulsu.ru>.
7. **Профессиональные информационные ресурсы:**
 - 7.1. Материалы о менеджменте качества. Режим доступа: <http://quality.eur.ru>.

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

7.2. Издательство «Стандарты и качество». Режим доступа: <http://www.stq.ru>.

7.3. Ассоциация Деминга. Режим доступа: <http://www.deming.ru>.

7.4. Центр «Приоритет». Режим доступа: <http://www.centerprioritet.ru>.

Согласовано:

зам. нач. УИТИ
Должность сотрудника УИТИ

Ключкова АВ
ФИО

[Подпись]
подпись

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории.

Перечень оборудования, используемого в учебном процессе:

1. Микроинтерферометр МИИ-4.
2. Вакуумный универсальный пост ВУП-5.
3. Муфельная электропечь SNOL-8.2/1100
4. Микроскоп оптический МБС-10.
5. Набор термодпар, образцов металлов (олово, свинец), монокристаллических полупроводников.
6. Милливольтметр
7. Персональный компьютер

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;


– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Разработчик



Махмуд-Ахунов
подпись


доцент, Махмуд-Ахунов Марат Юсупович

должность, ФИО

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
1.	Внесение изменений в п. 4 «Общая трудоемкость дисциплины» (см. приложение 1).	Голованов В.Н.		14.06.2019г
2.	Внесение дополнения в п. 13 «Специальные условия для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья»: В случае необходимости использования в учебном процессе частично/ исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей	Голованов В.Н.		14.06.2019г.

Министерство наук и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

Приложение 1.

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 3 ЗЕ.

4.2. По видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)		
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам	
		1-3	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем	54/54	-	54/54
Аудиторные занятия:			
• лекции	18/18	-	18/18
• практические и семинарские занятия	36/36	-	36/36
• лабораторные работы (лабораторный практикум)	-	-	-
Самостоятельная работа	54/54	-	54/54
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Устный опрос, тестирование, решение задач	-	Устный опрос, тестирование, решение задач
Курсовая работа	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачет	-	Зачет
Всего часов по дисциплине	108/108	-	108/108

* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/ исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.