


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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ИФФВТ
от « 24 » мая 2023 г., протокол № 10

Председатель _____ /В.В. Рыбин/
(подпись)
« 24 » мая 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

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

Направление (специальность): **28.03.02 «Наноинженерия»**
код направления (специальности), полное наименование

Направленность
(профиль/специализация) **Нанотехнологии и наноматериалы**
полное наименование

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

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «01» сентября 2023 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ 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 кафедрой Физического материаловедения, реализующей дисциплину
 _____ /В.Н. Голованов/ (подпись) (ФИО)
« 19 » мая 2023 г.

Министерство науки 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

Профессиональный электив «Физические основы технологии полупроводниковых приборов» относится к вариативной части цикла подготовки бакалавров по направлению **28.03.02 «Наноинженерия»**, в котором изучаются физические и физико-химические процессы, лежащие в основе современных тонкопленочных, оптоэлектронных дискретных и интегральных полупроводниковых технологий. Изучаются различные способы роста и легирования автоэпитаксиальных и гетероэпитаксиальных 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:

- ПЭ Материаловедение полупроводников и диэлектриков
- ПЭ Материаловедение в микроэлектронике
- Научно-исследовательская работа

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для 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-6 Проектирование приборов и устройств микроэлектроники и управление их параметрами на основе физико-химических свойства применяемых мате-	Знать: способы эпитаксиального роста монокристаллических плёнок; получение эпитаксиальных плёнок полупроводников на изолирующих подложках; литографические способы нанесения топографического рисунка на полупроводниковые пластины; технологиче-

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


риалов	<p>ские маршруты изготовления дискретных полупроводниковых приборов, ИМС, МДП-структур и ИМС на их основе</p> <p>Методы сборки и контроля качества полупроводниковых приборов и ИМС</p> <p>Уметь: планировать и осуществлять учебный и научный эксперимент, организовывать экспериментальную и исследовательскую деятельность; оценивать результаты эксперимента; уверенно пользоваться стандартными контрольно-измерительными приборами и персональным компьютером; 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: опытом планирования, проведения и научной обработки результатов физического эксперимента; Опыт оформления сопроводительной документации и рабочих журналов, сопровождающих технологический маршрут или проводимые исследования; начальными навыками практического решения задач на всех основных этапах технологического маршрута изготовления дискретных приборов и ИМС в рамках изучаемого курса.</p> <p>Навыками работы со всеми источниками информации, систематизировать ее и вычленять основные сведения</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	
		1-4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем	36/36	-	36/36
Аудиторные занятия:			
• Лекции (в т.ч. 0 ПрП)*	18/18	-	18/18
• практические и семинарские занятия (в т.ч. 0 ПрП)*	-	-	-
• лабораторные работы, практикумы (в т.ч. 0 ПрП)*	18/18	-	18/18
Самостоятельная работа	72/72	-	72/72

Министерство науки 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	-	Устный опрос, тестирование
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.

* часы ПрП по дисциплине указываются в соответствии с УП, в случае, если дисциплиной предусмотрено выполнение отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью обучающихся.

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.	12	3	-	3	-	12	Устный опрос, тестирование, решение задач
2. Литография.	12	3	-	3	-	12	Устный опрос, тестирование, решение задач
3. Физические основы формирования тонких поликристаллических пленок	12	3	-	3	-	12	Устный опрос, тестирование, решение задач
4. Общие закономерности технологии интегральных микросхем.	12	3	-	3	-	12	Устный опрос, тестирование, решение задач

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

5. Технологические особенности формирования МДП-структур и ИМС на их основе	12	3	-	3	-	12	Устный опрос, тестирование, решение задач
6. Сборка и контроль качества полупроводниковых приборов и ИМС.	12	3	-	3	-	12	Устный опрос, тестирование, решение задач
ИТОГО:	72	18	-	18	-	72	

5. 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.

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

Раздел 6. СБОРКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИМС

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

Данный вид работы не предусмотрен УП.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

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 плёнок 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.

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 слоёв 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

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


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

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Форма обучения **очная**

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

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, зачета и др.)	Объем в часах	Форма кон- троля (проверка решения за- дач, рефера- та и др.)
Раздел 1. Эпитаксия	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	12	Устный опрос, тестирование
Раздел 2. Литография	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	12	Устный опрос, тестирование
Раздел 3. Физические ос- новы формирования тон- ких поликристаллических пленок.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	12	Устный опрос, тестирование
Раздел 4. Общие законо- мерности технологии ин- тегральных микросхем.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	12	Устный опрос, тестирование
Раздел 5. Технологиче- ские особенности форми- рования МДП-структур и ИМС на их основе	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	12	Устный опрос, тестирование
Раздел 6. Сборка и кон- троль качества полупро- водниковых приборов и ИМС.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	12	Устный опрос, тестирование

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

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы Основная:

1. Орлов Анатолий Михайлович. Физические основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учеб. пособие для вузов по направл. подгот. высш. образования 03.03.02 - Физика / Орлов Анатолий Михайлович, Б. М. Костишко, А. А. Скворцов; УлГУ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ульяновск : УлГУ, 2014. - Загл. с экрана. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 8,84 Мб). - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/947>
2. Романовский, М. Н. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 2. Элементы интегральных схем и функциональные устройства : учебное пособие / М. Н. Романовский. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 127 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13932.html>

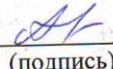
Дополнительная:


1. Смирнов, С. В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монокристаллических 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>
2. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы : учебник для вузов / Ю. В. Гуляев [и др.] ; под редакцией Ю. В. Гуляева. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 460 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03170-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512259>
3. Лебедев, А. И. Физика полупроводниковых приборов. / Лебедев А. И. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 488 с. - ISBN 978-5-9221-0995-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109956.html>
4. Троян, П. Е. Твердотельная электроника : учебное пособие / П. Е. Троян. — Москва : ТУСУР, 2008. — 330 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4966>

Учебно-методическая:

1. Махмуд-Ахунов М. Ю. Методические указания для самостоятельной работы студентов по профессиональному элективу «Физические основы технологии полупроводниковых приборов» для студентов бакалавриата всех форм обучения / М. Ю. Махмуд-Ахунов, А. А. Соловьев, В. В. Рыбин; Ульян. гос. ун-т, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2022. - 18 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14070>

Согласовано:

Ведущий специалист ООП / Чамеева А.Ф. /  / _____ 2023г.
(Должность работника научной библиотеки) (ФИО) (подпись) (дата)

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

б) Программное обеспечение

1. ОС Microsoft Windows
2. Microsoft OfficeStd 2016 RUS
3. «МойОфис Стандартный»

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.


2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон.дан. - Москва :КонсультантПлюс, [2023].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»: электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL:<https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст :

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

электронный.

5. Российское образование: федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. **Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / _____ / _____
Должность сотрудника УИГТ ФИО подпись дата

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;

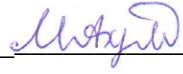
– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

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

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация

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

работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик  доцент, Махмуд-Ахунов Марат Юсупович
подпись должность, ФИО