


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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ИФФВТ
от 18 мая 2021 г. протокол № 10
Председатель _____ (Рыбин В.В.)
(подпись, расшифровка подписи)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Полупроводниковая электроника
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Наименование кафедры	Кафедра радиофизики и электроники (РФЭ)
Курс	3

Направление (специальность): **03.03.03 – радиофизика** (бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): **Нанoeлектроника**

Форма обучения **очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2021 г.

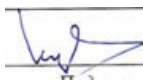
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 29.08 2022 г.


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
Сабитов О.Ю.	Радиофизики и электроники	Проф. кафедры РФЭ, д.ф.-м.н., доцент

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедрой
 _____ <i>Подпись</i> / Гурин Н.Т./ _____ <i>ФИО</i>
« <u>11</u> » <u>05</u> 2021 г.

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины: формирование у студентов теоретических знаний, практических навыков и умений моделирования и экспериментального исследования различных полупроводниковых электронных приборов и устройств на их основе.

Задачи освоения дисциплины:

- усвоение основных принципов работы и функционирования полупроводниковых электронных приборов и простейших устройств на их основе;
- изучение методов анализа полупроводниковых электронных приборов и простейших устройств на их основе;
- овладение методикой расчета и измерения параметров полупроводниковых электронных приборов и простейших устройств на их основе.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Полупроводниковая электроника» (Б1.О.11) является обязательной и относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Данная дисциплина является одной из профилирующих дисциплин в системе подготовки бакалавра по направлению 03.03.03 «Радиофизика». Она охватывает широкий круг вопросов и связана со многими дисциплинами, направленными на формирование компетенций, необходимых для решения современных задач исследования и моделирования полупроводниковых электронных приборов и устройств на их основе.

Дисциплина «Полупроводниковая электроника» предлагается студентам в 6-ом семестре 3-ого курса очной формы обучения и основывается на компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения предшествующих учебных дисциплин учебного плана:

- «Электричество и магнетизм»;
- «Теория колебаний»;
- «Колебания и волны, оптика».


Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- знать основные законы теории цепей, принцип действия простейших электронных устройств;
- иметь представление о свойствах и характеристиках биполярных и полевых транзисторов;
- иметь способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности и самостоятельно приобретать новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий.

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

- «Физика полупроводников»;
- «Статистическая радиофизика и нанооптика»;

а также при подготовке и сдаче государственного экзамена.

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

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	<p>Знать: Знать фундаментальные законы физики и радиофизики.</p> <p>Уметь: Уметь применять физические законы для решения практических задач в области физики и радиофизики.</p> <p>Владеть: Владеть методами решения теоретических и практических задач в области физики и радиофизики.</p>


4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 4 ЗЕТ.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		б
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	60/60	60/60
Аудиторные занятия:	60/60	60/60
Лекции (в т.ч. 0 ПрП)	15/15	15/15
семинары и практические занятия (в т.ч. 0 ПрП)	15/15	15/15
лабораторные работы, практикумы (в т.ч. 0 ПрП)	30/30	30/30
Самостоятельная работа	84/84 (из них 36 - контроль)	84/84 (из них 36 - контроль)
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	тестирование, устный опрос	тестирование, устный опрос
Курсовая работа		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен	экзамен
Всего часов по дисциплине	144/144	144/144

* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов ра-

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

боты ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения


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

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Полупроводниковые диоды	23	1	2	6		14	тестирование, устный опрос
2. Биполярные транзисторы	28	4	2	8		14	тестирование, устный опрос
3. Полевые и МДП-транзисторы	26	4		8		14	тестирование, устный опрос
4. Усилители на основе биполярных транзисторов	24	2	4	4		14	тестирование, устный опрос
5. Операционный усилитель	24	2	4	4		14	тестирование, устный опрос
6. Генераторы	19	2	3			14	тестирование, устный опрос
Итого	144	15	15	30		84	

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Тема 1. Полупроводниковые диоды. Примесные полупроводники. Свойства выпрямляющих контактов. Переход металл-полупроводник. Свойства p-n перехода. Гетеропереход и его свойства. Классификация полупроводниковых диодов. выпрямительный полупроводниковый диод и его основные свойства. ВАХ идеального и реального диода. Модель и уравнение ВАХ диода.

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

Импульсный диод, его свойства и параметры. Полупроводниковый стабилитрон и его основные свойства. ВАХ идеального и реального стабилитрона. Обращенный диод и его свойства.

Тема 2. Биполярные транзисторы. Биполярный транзистор как управляемый электронный элемент. Принципы работы биполярных транзисторов. Инжекция и экстракция неосновных носителей заряда. Классификация, режимы работы, схемы включения и основные характеристики биполярных транзисторов. Входные и выходные вольт-амперные характеристики биполярного транзистора в схемах с общей базой и общим эмиттером. Достоинства и недостатки биполярного транзистора.

Тема 3. Полевые и МДП-транзисторы. Полевой транзистор как управляемый электронный элемент. Принципы работы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Полевой транзистор с изолированным затвором. Классификация, режимы работы, схемы включения и основные характеристики полевых и МДП- транзисторов. Входные и выходные вольт-амперные характеристики полевого транзистора в схемах с общим затвором и общим истоком. Достоинства и недостатки полевого транзистора.

Тема 4. Усилители на основе биполярных транзисторов. Электронные усилители, их функции и характеристики. Классификация усилителей. Структура усилителя. Элементная база усилителей. Усилительные каскады с общим эмиттером. Усилительные каскады с общим коллектором. Усилительные каскады с общей базой. Статический режим работы усилителя. Методы стабилизации положения рабочей точки. Усилительные каскады на полевых и МДП-транзисторах. Усилители мощности. Режимы работы усилителя.

Тема 5. Операционный усилитель. Дифференциальный каскад – основа операционного усилителя. Способы подачи сигнала на операционный усилитель. Параметры и характеристики операционного усилителя. Функция операционного усилителя. Корректировка нуля операционного усилителя. Инвертированное и неинвертированное включение операционного усилителя. Виды обратной связи в операционном усилителе. Применение операционного усилителя без обратной связи. Применение операционного усилителя с положительной обратной связью. Применение операционного усилителя с отрицательной обратной связью.

Тема 6. Генераторы. Классификация генераторов. Принципы построения генераторов. Релаксационные генераторы. Активные элементы генераторов. Частотно задающие элементы. Роль обратной положительной связи. Генераторы гармонических колебаний. Генераторы прямоугольных импульсов. Блокинг-генераторы. Генераторы на операционных усилителях и логических элементах.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Полупроводниковые диоды.

ЗАНЯТИЕ 1 "Свойства полупроводниковых выпрямительных диодов".

Форма проведения - практическое занятие.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Вольт-амперная характеристика идеального диода.
2. Вольт-амперная характеристика кремниевого диода.
3. Вольт-амперная характеристика германиевого диода.
4. Графический метод определения тока и напряжения на диоде.
5. Дифференциальное и статическое сопротивление диода.


Тема 2. Биполярные транзисторы.

ЗАНЯТИЕ 2 "Включение биполярного транзистора по схеме с общей базой".

Форма проведения - практическое занятие.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Семейство входных вольт-амперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой.

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

2. Семейство выходных вольт-амперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой.

3. Коэффициент передачи биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой.

Тема 2. Биполярные транзисторы.

ЗАНЯТИЕ 3 "Включение биполярного транзистора по схеме с общим эмиттером".

Форма проведения - практическое занятие.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Семейство входных вольт-амперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.

2. Семейство выходных вольт-амперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.

3. Коэффициент передачи биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.

Тема 4. Усилители на основе биполярных транзисторов.

ЗАНЯТИЕ 4 "Статический режим усилителя на основе транзисторного каскада с общей базой".

Форма проведения - практическое занятие.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Точка покоя усилителя.

2. Эквивалентная схема резисторного усилителя.

3. Определение дифференциального параметра $h_{11\beta}$ в точке покоя.

Тема 4. Усилители на основе биполярных транзисторов.

ЗАНЯТИЕ 5 "Двухтактный эмиттерный повторитель".

Форма проведения - практическое занятие.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Комплементарные биполярные транзисторы.

2. Входное сопротивление двухтактного эмиттерного повторителя.

3. Коэффициенты передачи тока и напряжения двухтактного эмиттерного повторителя.

Тема 5. Операционный усилитель.

ЗАНЯТИЕ 6 "Суммирующий усилитель с использованием неинвертирующего входа".

Форма проведения - практическое занятие.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Схема суммирования при подаче сигналов на неинвертирующий вход.

2. Коэффициент передачи напряжения сумматора при использовании неинвертирующего входа.

Тема 5. Операционный усилитель.

ЗАНЯТИЕ 7 "Интегрирование сигналов с помощью операционных усилителей".

Форма проведения - практическое занятие.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Схема интегратора на операционном усилителе.

2. Коэффициент передачи напряжения интегратора на операционном усилителе.

Тема 6. Генераторы.

ЗАНЯТИЕ 8 "Генераторы на логических элементах .

Форма проведения - практическое занятие.

Вопросы по теме (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):


1. Режимы работы генератора на логических элементах.

2. Генератор прямоугольных импульсов.

3. Одновибратор на логических элементах И-НЕ.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Тема 1. Полупроводниковые диоды

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

Лабораторная работа 1 "Исследование характеристик выпрямительного полупроводникового диода". **Цель:** С помощью учебного лабораторного стенда LESO3 исследовать вольт-амперные характеристики (ВАХ) полупроводниковых диодов различных типов. **Содержание лабораторной работы:** Исследование ВАХ полупроводниковых выпрямительных кремниевого и германиевого диодов при прямом смещении. Исследование ВАХ полупроводниковых выпрямительных кремниевого и германиевого диодов при обратном смещении. Определение статического и дифференциального сопротивлений исследуемых диодов в заданных точках прямой и обратной ветвей ВАХ. **Результаты лабораторной работы:** графики ВАХ полупроводниковых выпрямительных кремниевого и германиевого диодов при прямом и обратном смещении. Значения статического и дифференциального сопротивлений исследуемых диодов в заданных точках прямой и обратной ветвей ВАХ. Сделать выводы по работе.

Тема 1. Полупроводниковые диоды

Лабораторная работа 2 "Исследование характеристик полупроводникового стабилитрона". **Цель:** С помощью учебного лабораторного стенда LESO3 исследовать вольт-амперные характеристики (ВАХ) полупроводникового стабилитрона. **Содержание лабораторной работы:** Исследование ВАХ полупроводникового стабилитрона при прямом смещении. Исследование ВАХ полупроводникового стабилитрона при обратном смещении. Определение статического и дифференциального сопротивлений исследуемого стабилитрона в заданных точках прямой и обратной ветвей ВАХ. **Результаты лабораторной работы:** графики ВАХ стабилитрона при прямом и обратном смещении. Значения статического и дифференциального сопротивлений исследуемого стабилитрона в заданных точках прямой и обратной ветвей ВАХ. Сделать выводы по работе.

Тема 2. Биполярные транзисторы.


Лабораторная работа 3 "Исследование биполярного транзистора в схеме с общей базой." **Цель:** изучить характеристики и параметры биполярного транзистора (БТ), включенного по схеме с общей базой. С помощью учебного лабораторного стенда LESO3 ознакомиться с принципом действия биполярного транзистора. Изучить его вольт-амперные характеристики в схеме включения с общей базой. **Содержание лабораторной работы:** исследование семейства входных и выходных вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов, включенных по схеме с общей базой. **Результаты лабораторной работы:** графики семейства входных и выходных вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов, включенных по схеме с общей базой, оценка коэффициента передачи по току для исследуемых схем. Сделать выводы по работе.

Тема 2. Биполярные транзисторы.

Лабораторная работа 4 "Исследование биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером." **Цель:** изучить характеристики и параметры биполярного транзистора (БТ), включенного по схеме с общим эмиттером. С помощью учебного лабораторного стенда LESO3 ознакомиться с принципом действия биполярного транзистора. Изучить его вольт-амперные характеристики в схеме включения с общим эмиттером. **Содержание лабораторной работы:** исследование семейства входных и выходных вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером. **Результаты лабораторной работы:** графики семейства входных и выходных вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером, оценка коэффициента передачи по току для исследуемых схем. Сделать выводы по работе.

Тема 3. Полевые и МДП-транзисторы.

Лабораторная работа 5 "Исследование характеристик полевого транзистора". **Цель:** с помощью учебного лабораторного стенда LESO3 ознакомиться с принципом действия полевого транзистора с управляющим $p-n$ переходом и изучить его характеристики и параметры. **Содержание лабораторной работы:** исследование семейства сток-затворных и выходных вольт-амперных характеристик полевых транзисторов с управляющим $p-n$ переходом, включенных по

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

схеме с общим истоком. **Результаты лабораторной работы:** графики семейства сток-затворных и выходных вольтамперных характеристик, оценка крутизны полевого транзистора с управляющим p - n переходом. Сделать выводы по работе.

Тема 3. Полевые и МДП-транзисторы.

Лабораторная работа 6 "Исследование выходных характеристик МДП-транзистора с индуцированным каналом". Цель: с помощью учебного лабораторного стенда LESO3 ознакомиться с принципом действия МДП-транзистора с индуцированным каналом и изучить его характеристики и параметры. **Содержание лабораторной работы:** исследование семейства сток-затворных и выходных вольтамперных характеристик МДП-транзистора с индуцированным каналом, включенных по схеме с общим истоком. **Результаты лабораторной работы:** графики семейства сток-затворных и выходных вольтамперных характеристик, оценка крутизны полевого транзистора с управляющим p - n переходом. Сделать выводы по работе.

Тема 4. Усилители на основе биполярных транзисторов.

Лабораторная работа 7 "Исследование усилителя на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером". Цель: изучить свойства усилителя на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером. **Содержание работы:** исследование осциллограмм входного и выходного напряжения усилителя на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером. **Результаты лабораторной работы:** анализ осциллограмм входного и выходного напряжения усилителя на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером, оценка коэффициента усиления. Сделать выводы по работе.

Тема 5. Операционный усилитель.


Лабораторная работа 8 "Исследование операционного усилителя". Цель: изучить работу операционного усилителя, научиться измерять его статические характеристики, определять их аналитически, ознакомиться с погрешностью усилителя. **Содержание работы:** исследование переходной характеристики операционного усилителя в схемах с обратной связью и без нее, оценка величины коэффициента передачи напряжения. **Результаты лабораторной работы:** график переходной характеристики операционного усилителя в схемах с обратной связью и без нее, значение величины коэффициента передачи напряжения. Сделать выводы по работе.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Свойства выпрямляющих контактов. Переход металл-полупроводник.
2. Свойства p - n перехода.
3. Гетеропереход и его свойства.
4. Классификация полупроводниковых диодов.
5. Выпрямительный полупроводниковый диод и его основные свойства.
6. ВАХ идеального и реального диода.
7. Модель и уравнение ВАХ диода.
8. Импульсный диод, его свойства и параметры.
9. Полупроводниковый стабилитрон и его основные свойства. ВАХ идеального и реального стабилитрона.
10. Обращенный диод и его свойства.
11. Биполярный транзистор как управляемый электронный элемент. Принципы работы биполярных транзисторов.
12. Классификация, режимы работы, схемы включения и основные характеристики биполярных транзисторов.
13. Входные и выходные вольт-амперные характеристики биполярного транзистора в схемах с общей базой и общим эмиттером.

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


14. Достоинства и недостатки биполярного транзистора.
15. Полевой транзистор как управляемый электронный элемент. Принципы работы полевых транзисторов.
16. Классификация, режимы работы, схемы включения и основные характеристики полевых и МДП- транзисторов.
17. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом.
18. Полевой транзистор с изолированным затвором. Входные и выходные вольт-амперные характеристики полевого транзистора в схемах с общим затвором и общим истоком.
19. Достоинства и недостатки полевого транзистора.
20. Электронные усилители, их функции и характеристики.
21. Классификация усилителей. Структура усилителя.
22. Элементная база усилителей. Усилительные каскады с общим эмиттером.
23. Усилительные каскады с общим коллектором.
24. Усилительные каскады с общей базой.
25. Статический режим работы усилителя. Методы стабилизации положения рабочей точки.
26. Усилительные каскады на полевых и МДП-транзисторах.
27. Усилители мощности. Режимы работы усилителя.
28. Дифференциальный каскад – основа операционного усилителя.
29. Способы подачи сигнала на дифференциальный усилитель.
30. Функция операционного усилителя.
31. Параметры и характеристики операционного усилителя.
32. Корректировка нуля операционного усилителя.
33. Инвертированное и неинвертированное включение операционного усилителя.
34. Виды обратной связи в операционном усилителе. Применение операционного усилителя без обратной связи.
35. Применение операционного усилителя с положительной обратной связью.
36. Применение операционного усилителя с отрицательной обратной связью.
37. Классификация генераторов. Принципы построения генераторов.
38. Активные элементы генераторов. Релаксационные генераторы.
39. Частотно задающие элементы.
40. Роль обратной положительной связи. Генераторы гармонических колебаний.
41. Генераторы прямоугольных импульсов.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

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>)
1. Полупроводниковые диоды	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	14	тестирование, устный опрос, экзамен


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

	для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена		
2. Биполярные транзисторы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	14	тестирование, устный опрос, экзамен
3. Полевые и МДП-транзисторы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	14	тестирование, устный опрос, экзамен
4. Усилители на основе биполярных транзисторов	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	14	тестирование, устный опрос, экзамен
5. Операционный усилитель	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	14	тестирование, устный опрос, экзамен
6. Генераторы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины для подготовки к практическим занятиям и выполнению лабораторного практикума; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	14	тестирование, устный опрос, экзамен

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы основная:

1. Миловзоров, О. В. Электроника : учебник для вузов / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00077-1 Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468614>.
2. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для акаде-

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

мического бака-лавриата / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 382 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03513-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/404055>.

3. Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для вузов / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10000-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475178>.

дополнительная:

1. Шишкин, Г. Г. Электроника : учебник для бакалавров / Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 703 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3422-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/396718>.

2. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина ; под редакци-ей Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05078-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472058>.

3. Драгунов, В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05170-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469780>.

4. Драгунов, В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 235 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05171-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472918>.

5. Ситникова, С. В. Сборник задач по дисциплине «Электроника» : учебно-методическое пособие / С. В. Ситникова, А. С. Арефьев. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 60 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/71877.html>.

учебно-методическая:

1. Сабитов, О. Ю. Лабораторные работы по дисциплине "Практикум по электронике" : метод. указания. Ч. 1 / О. Ю. Сабитов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 58 с. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/257>.


2. **Сабитов О. Ю.** Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Полупроводниковая электроника», «Практикум по электронике 1» для направления 03.03.03 «Радиофизика» / О. Ю. **Сабитов**; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. – Ульяновск: УлГУ, 2019. – Режим доступа. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5553>

Согласовано:

 /  /  / _____ / _____
Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись дата

б) Программное обеспечение:

- Операционная система Альт рабочая станция 8;
- Программный пакет Мой Офис.
- Лицензионный математический пакет Maple.

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

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

- 1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2021]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
- 1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2021]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
- 1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.4. Консультант врача : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2021]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.6. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2021]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.7. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2021]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
- 1.8. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.9. Русский язык как иностранный : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2021]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.


2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2021].

3. Базы данных периодических изданий:

- 3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2021]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
- 3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный
- 3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Национальная электронная библиотека : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. SMART Imagebase // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO->

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

1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный. 6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

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

Согласовано:

Техник / 10.05.2018 | Предупреждение / Терещ | _____
 Должность сотрудника УИТиТ | ФИО | Подпись | дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, 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. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

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 работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом

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

обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации». Для проведения лабораторных работ используется следующее оборудование: средства для измерения и визуализации частотных и временных характеристик сигналов, средства для измерения параметров электрических цепей, Б5-500М (источник питания), В/м В7-20/3, В7-43, В7-451, В/м В7-40/3, В7-43, В7-451, В/м В7-20/3, В7-43, В7-451, В/м циф. В7-16-В7-35(В7-16-35), вольтметр В73-42 электрометрический, В/м В7-20/3, В7-43, В7, В/м циф. В7-16-В7-35(В7-16-35), прибор Е7-14, прибор Л 2-56, прибор Л 2-56, прибор МДР-бу Осциллограф (С1-83, 7), осциллограф (С1-73, 2), осциллографы АКИП-4115/4А. Генераторы OWON AG 1022F. Учебные стенды лабораторные LESO3. Частотомеры MS 6100. Источники питания НУ3005D 0-30v/5А. Генератор сигналов низкочастотный (ГЗ-120, 2), измеритель цифровой (Е7-12/1). Измеритель параметров модульных транзисторов (Л2-42, 5), измеритель параметров маломощных транзисторов (Л2-77, 2), измеритель цифровой универсальный (Е7-11, 2). Автоматизированный лабораторный стенд для исследования биполярных структур ТЭ-БС. Автоматизированный лабораторный стенд для исследования униполярных структур ТЭ-УС.

Разработчик




подпись

профессор кафедры РФЭ

должность

О. Ю. Сабитов

ФИО

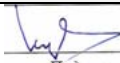
Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		


ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ
в рабочую программу дисциплины «Полупроводниковая электроника»

Направление (специальность): **03.03.03 «Радиофизика» (бакалавриат)**

Направленность (профиль/специализация) **Нанoeлектроника**

Форма обучения: **очная**

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
	Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы	Гурин Н. Т		28.08.2022

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

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. – 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, [2022]. - 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, [2022]. – 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, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2022]. – 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, [2022]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9. База данных «Русский как иностранный» : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2022]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2022].

3. Базы данных периодических изданий:


3.1. База данных периодических изданий EastView : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2022]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2022]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД Гребенников. – Москва, [2022]. – 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, [2022]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. SMART Imagebase : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebsco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO->

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

[1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741](https://www.ed.gov/1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал . – URL: <http://window.edu.ru/> . – Текст : электронный.

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

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. 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:

зам. кан. УИТИ / Кочков В / 16.05.2022 г.
Должность сотрудника УИТИ ФИО подпись дата