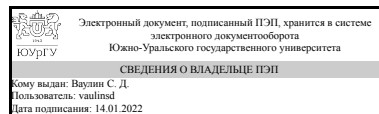


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.08 Физические основы электроники
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат

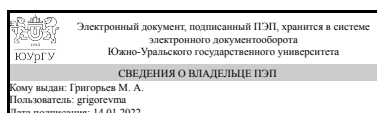
профиль подготовки Автоматизация технологических процессов в промышленности

форма обучения очная

кафедра-разработчик Электропривод и мехатроника

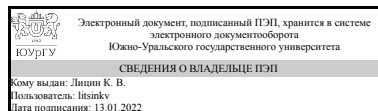
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 200

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



К. В. Лицин

1. Цели и задачи дисциплины

Целями преподавания дисциплины является формирование у студентов теоретической и практической базы по вопросам строения основных компонентов электронных устройств, их характеристик и принципов функционирования. К основным задачам изучения дисциплины следует отнести приобретение студентами практических навыков и умений, необходимых для принятия технически грамотных и обоснованных решений при наладке и эксплуатации электронных мехатронных модулей в будущей профессиональной деятельности.

Краткое содержание дисциплины

В курсе данной дисциплины раскрываются основные принципы физических основ электроники, принципы работы и структуры типовых электронных приборов, используемых в мехатронных системах автоматизированного производства. Дисциплина включает в себя три раздела: "Физические основы работы полупроводниковых приборов. Полупроводниковые диоды", "транзисторы", "тиристоры". В течение семестра студенты выполняют четыре лабораторные работы. Вид промежуточной аттестации - экзамен.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	Знать: способы методики для проведения экспериментов в области электронной техники; суть физических процессов, лежащих в основе принципа действия электронных полупроводниковых приборов.
	Уметь: уметь проводить обработку полученных результатов при исследовании элементов электронных схем; анализировать и описывать физические процессы, протекающие в полупроводниковых приборах; правильно интерпретировать экспериментальные данные с теоретическими положениями.
	Владеть: навыками подготовки данных для последующего их использования в научных обзорах и публикациях; навыками организации самостоятельного обучения и самоконтроля.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.10 Математический анализ, Б.1.11 Специальные главы математики, Б.1.19 Электротехника, Б.1.12 Физика, Б.1.09 Алгебра и геометрия	В.1.10 Микропроцессорная техника в системах автоматизации, В.1.09 Электронные устройства систем автоматизации

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

Дисциплина	Требования
Б.1.19 Электротехника	<p>Знает: Основные понятия и законы теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей. Умеет: Формулировать задачи по расчёту электрических цепей, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять компьютерную технику для выполнения технических расчётов. Имеет практический опыт: Лабораторных исследований, работы с основными электроизмерительными приборами, работы с компьютерной техникой и программами для электротехнических расчётов</p>
Б.1.12 Физика	<p>Знает: Фундаментальные разделы физики, Подходы и методы механики, физики колебаний и волн, термодинамики, классической и квантовой статистики, молекулярной физики, поведения веществ в электрическом и магнитном полях, волновой и квантовой оптики. методы и средства измерения физических величин; методы обработки экспериментальных данных Умеет: Использовать знания фундаментальных основ физики в обучении и профессиональной деятельности, в интегрировании имеющихся знаний, наращивании накопленных знаний Применять основные законы механики, термодинамики, молекулярно-кинетической теории, электродинамики, оптики, физики атома, ядра для решения возникающих задач. Уметь работать с измерительными приборами. Уметь выполнять физический эксперимент, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить графический анализ опытных данных. Имеет практический опыт: Физического эксперимента и умения применять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности, проведения расчетов, как при решении задач, так и при научном эксперименте; оформления отчетов по результатам исследований; работы с измерительной аппаратурой, в том числе с цифровой измерительной техникой навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений; анализа полученных результатов, как решения задач, так эксперимента и измерений.</p>
Б.1.10 Математический анализ	<p>Знает: Основы дифференциального и интегрального исчисления функции одной и нескольких переменных, векторного и гармонического анализа, теории обыкновенных дифференциальных уравнений в объеме,</p>

	<p>достаточном для изучения естественнонаучных дисциплин на современном научном уровне.</p> <p>Умеет: Использовать математический аппарат при изучении естественнонаучных дисциплин; строить математические модели физических явлений, химических и технических процессов; анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей; анализировать результаты эксперимента; применять методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач. Имеет практический опыт: Методов дифференцирования и интегрирования функций, применения основных аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем.</p>
Б.1.11 Специальные главы математики	<p>Знает: Основные понятия и утверждения векторного анализа, теории функции комплексного переменного, рядов, теории вероятностей. Умеет: Применять методы векторного анализа, теории функции комплексного переменного, теории рядов, операционного исчисления для понимания адекватной современному уровню знаний научной картины мира. Имеет практический опыт: Прикладного применения положений векторного анализа, теории функции комплексного переменного, теории рядов, операционного исчисления для применения в профессиональной деятельности на современном уровне знаний.</p>
Б.1.09 Алгебра и геометрия	<p>Знает: Теоретические основы линейной алгебры и аналитической геометрии, комплексные числа. Умеет: Решать задачи и упражнения используя основные методы изученные в курсе линейной алгебры и аналитической геометрии; оперировать с комплексными числами. Имеет практический опыт: Приложения линейной алгебры и аналитической геометрии к естественнонаучным (физическим и техническим) задачам.</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды	0	0	

аудиторных занятий (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Подготовка к защите лабораторных работ	12	12
Подготовка к экзамену	40	40
Подготовка отчетов по лабораторным работам	8	8
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Физические основы работы полупроводниковых приборов. Полупроводниковые диоды.	16	12	0	4
2	Транзисторы	18	10	0	8
3	Тиристоры	14	10	0	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Электропроводность полупроводников	2
2	1	Пассивные компоненты электронных устройств	2
3	1	Физические основы работы полупроводниковых приборов	2
4	1	Полупроводниковые диоды. Однофазные однополупериодные схемы выпрямления	2
5	1	Однофазные двухполупериодные схемы выпрямления	2
6	1	Варикапы, туннельные, обращенные диоды, стабилитроны. Параметрический стабилизатор.	2
7	2	Биполярные транзисторы. Принцип действия, основные параметры.	2
8	2	Схемы включения биполярных транзисторов. Схемы замещения, h-параметры.	2
9	2	Полевые транзисторы. Устройство и принцип действия	2
10	2	Схемы включения полевых транзисторов.	2
11	2	Силовые полупроводниковые приборы. Комбинированные транзисторы – IGBT-транзисторы.	2
12	3	Принцип действия тиристоров и динисторов. Основные параметры	2
13	3	ВАХ тиристоров и динисторов. Симисторы.	2
14	3	Естественная и принудительная коммутация тиристоров. ГТО-тиристоры: физика процесса включения и выключения. Симисторы. Применение тиристоров в силовых схемах	2
15	3	Оптоэлектронные полупроводниковые приборы. Основы фотоэлектроники. Приборы с внешним фотоэффектом: фотоэлемент, фотоэлектронный умножитель. Принцип действия, характеристики, параметры, область применения.	2
16	3	Оптоэлектронные полупроводниковые приборы. Элементы фотоэлектроники: светоизлучающие приборы, оптические каналы, приемники света, оптроны – принцип действия, основные параметры, характеристики и особенности применения.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Лабораторная работа №1. Исследование полупроводниковых диодов и однофазных неуправляемых выпрямителей.	2
2	1	Защита лабораторной работы №1	2
3	2	Лабораторная работа №2. Исследование характеристик биполярного транзистора включенного по схеме с общим эмиттером и ключевого режима работы транзистора.	2
4	2	Защита лабораторной работы №2	2
5	2	Лабораторная работа №3. Исследование характеристик полевого транзистора включенного по схеме с общим истоком и ключевого режима работы транзистора.	2
6	2	Защита лабораторной работы №3	2
7	3	Лабораторная работа №4. Исследование работы тиристора.	2
8	3	Защита лабораторной работы №4	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к защите лабораторных работ	Основная литература: [1] с.7-120; [2] с. 32-134; Дополнительная литература:[1] с.22-312; [2] с. 10-160; [3] с. 7-88.Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 4-28. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы [1], [2]. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке [1].	12
Подготовка отчетов по лабораторным работам	Учебно-методич. пособие для СРС 1 (с. 7-52); Программное обеспечение [1]; [2].	8
Подготовка к экзамену	Основная литература: [1] с.7-120; [2] с. 32-134; Дополнительная литература:[1] с.22-312; [2] с. 10-160; [3] с. 7-88.Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 4-28. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы [1], [2]. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке [1].	40

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Проблемная лекция	Лекции	Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и студентов.	8
Тренинг	Лабораторные занятия	Проведение защиты ряда отчетов лабораторных работ в форме тренинга. Данная технология направлена на формирование опыта межличностного взаимодействия в будущей профессиональной деятельности. Образовательная результативность тренинга основана на моделировании реальных профессиональных ситуаций, активной включенности его участников в процесс общения и оптимального разрешения ситуаций в доверительной и комфортной обстановке, выработке вариативных сценариев делового взаимодействия и партнерского сотрудничества. Форма проведения тренинга - мозговой штурм, когда в процессе моделирования специально заданных ситуаций студенты имеют возможность развить и закрепить необходимые знания и навыки, изменить свое отношение к собственному опыту и применяемым в предстоящей профессиональной деятельности подходам.	4

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	Текущий (лабораторные работы)	1-10
Все разделы	ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их	Промежуточный (экзамен)	1-45

	результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций		
--	---	--	--

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Текущий (лабораторные работы)	К процедуре защиты лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Процедура защиты лабораторных работ № 2, 3 проводится с использованием инновационной образовательной технологии "Тренинг", остальные лабораторные работы - в форме устного опроса каждого студента. В зависимости от формы оценивания каждому студенту должно быть задано не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы.	Отлично: студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, ответил на все вопросы при защите Хорошо: студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, ответил не на все вопросы при защите Удовлетворительно: студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, не ответил на вопросы при защите Неудовлетворительно: студент выполнил отчет по лабораторной работе в основном без ошибок, не ответил на вопросы при защите
Промежуточный (экзамен)	Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Каждому студенту выдается билет, в котором присутствует по три теоретических вопроса из любого раздела семестра, за который проводится промежуточная аттестация. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по той же теме. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность экзамена 1 час (60 минут). На экзамене рейтинг студента рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля контрольный мероприятий (КМ) с учетом весового коэффициента: $R_{тек}=0,25$ $KM1+0,25$ $KM2+ 0,25$ $KM3+0,25$ $KM4$ и промежуточной аттестации (экзамен) $R_{па}$. Рейтинг студента по дисциплине R_d определяется либо по формуле $R_d=0,6$ $R_{тек}+0,4 R_{па}$.	Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100% Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84% Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
--------------	-----------------------------

Текущий
(лабораторные
работы)

Вопросы к защите лабораторной работы №1

1. Что называется полупроводниковым диодом?
2. Какие физические процессы протекают в диоде при его смещении в прямом направлении?
3. Какие физические процессы протекают в диоде при его смещении в обратном направлении?
4. Напишите уравнение вольтамперной характеристики полупроводникового диода?
5. Как влияет повышение температуры на прямую ветвь вольтамперной характеристики полупроводникового диода?
6. Принцип действия и функция стабилитрона?
7. Принцип действия и функция туннельного диода?
8. Принцип действия и функция обращенного диода?
9. Почему в варикапах используется только барьерная ёмкость и не используется диффузионная ёмкость?
10. Что такое выпрямитель?

Вопросы к защите лабораторной работы №2

1. Охарактеризуйте режимы работы биполярного транзистора. Приведите схему включения для каждого режима.
2. Каким образом в транзисторе происходит усиление электрических колебаний по мощности?
3. Охарактеризуйте схемы включения биполярного транзистора. Приведите схемы.
4. Нарисуйте и объясните семейство выходных характеристик транзистора в схеме с общей базой.
5. Нарисуйте и объясните семейство выходных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером.
6. Как влияет температура на характеристики транзистора?
7. Поясните, как определяются h -параметры по характеристикам транзистора?
8. Какие существуют эквивалентные схемы транзистора?
9. Нарисуйте и объясните временные диаграммы работы транзистора в ключевом режиме.
10. Чем ограничивается быстродействие транзистора при работе в ключевом режиме?

Вопросы к защите лабораторной работы №3

1. Какие разновидности полевых транзисторов существуют?
2. Почему полевые транзисторы с управляющим $p-n$ -переходом не должны работать при прямом напряжении на входе $U_{зи}$?
3. Почему при изменении напряжения $U_{си}$ толщина канала вдоль его длины меняется неодинаково?
4. Чем отличается полевой транзистор с изолированным затвором от транзистора с управляющим $p-n$ -переходом?
5. Чем отличаются структуры МДП-транзисторов с индуцированным и со встроенным каналом? Как это отличие отражается на статических характеристиках?
6. Нарисуйте и объясните управляющие и выходные характеристики полевого транзистора.
7. Дайте сравнительную характеристику МДП- и биполярного транзистора.
8. Можно ли использовать транзистор как диод?
9. Каково отличие принципа работы полевого транзистора от биполярного?
10. Какие выделяют основные параметры полевых транзисторов?

Вопросы к защите лабораторной работы №4

1. Принцип работы тиристора и его основные параметры. Особенности управления.
2. Эффект di/dt в тиристоре.

	<p>3. Эффект du/dt в тиристоре.</p> <p>4. Запираемые тиристоры GTO, GCT и IGCT. Особенности реализации управления.</p> <p>5. Область применения тиристоров.</p> <p>6. Отличие симистора от тиристора.</p> <p>7. Нарисовать и пояснить ВАХ тиристора.</p> <p>8. Нарисовать и пояснить ВАХ симистора.</p> <p>9. Укажите на ВАХ участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением.</p> <p>10. Основные параметры тиристоров.</p>
<p>Промежуточный (экзамен)</p>	<p>Вопросы к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте классификацию диодов по конструкции, технологии и их применению. 2. Нарисуйте ВАХ германиевого и кремниевого выпрямительных диодов. 3. Параметры выпрямительных диодов. 4. Параметры импульсных диодов. 5. Какие виды пробоя используются в стабилитронах? 6. Параметры стабилитрона. 7. От чего зависит напряжение стабилизации стабилитрона? 8. Нарисуйте схему включения стабилитрона. На чём основано его стабилизирующее действие? 9. Основные параметры варикапов. 10. При каком смещении перехода используются варикапы? 11. Что такое добротность варикапов? Чем она определяется? Её физический смысл. 12. Пути повышения добротности варикапов. 13. В чём заключается явление туннельного эффекта? При каких условиях имеет место туннельный механизм прохождения тока через p-n- переход? 14. Параметры туннельного диода. 15. Что такое обращённый туннельный диод? 16. Приведите примеры туннельных диодов. 17. Расскажите об устройстве и принципе действия биполярного транзистора. 18. В какой из областей транзистора концентрация примеси выше: в области базы или в области эмиттера? 19. С какой целью площадь коллекторного перехода обычно делают существенно большей по сравнению с площадью эмиттерного перехода? 20. Назовите три основных режима работы транзистора. 21. Что такое коэффициент инжекции (эффективность эмиттера)? Почему он должен быть как можно более близок к единице? 22. Что такое коэффициент переноса? От каких параметров базы зависит его величина? 23. Как связаны между собой коэффициент усиления по току, эффективность эмиттера и коэффициент переноса? 24. Нарисуйте три схемы включения биполярного транзистора. Каковы особенности каждой из этих схем? 25. Нарисуйте семейства входных и выходных характеристик транзистора в схеме с общей базой. 26. Нарисуйте семейства входных и выходных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером. 27. Определите h-параметры транзистора по статическим характеристикам. 28. Что называется предельной частотой усиления по току? 29. Как зависит коэффициент передачи тока от частоты в схеме с общей базой и в схеме с общим эмиттером? 30. В какой схеме: с общей базой или с общим эмиттером – выше предельная частота коэффициента передачи тока и примерно во сколько

	<p>раз?</p> <p>31. Как влияет время рассасывания носителей заряда в базе на частотные свойства транзистора?</p> <p>32. Чем характеризуется ключевой режим работы транзистора?</p> <p>33. Поясните устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.</p> <p>34. Нарисуйте сток-затворную характеристику полевого транзистора с управляющим р-п-переходом и поясните её ход.</p> <p>35. Для чего канал полевого транзистора с управляющим р-п-переходом изготавливают из слаболегированного полупроводника?</p> <p>36. В чём состоит различие между МДП-транзистором с индуцированными и встроенными каналами?</p> <p>37. Почему входное дифференциальное сопротивление полевого транзистора с изолированным затвором больше, чем у полевого транзистора с управляющим р-п-переходом?</p> <p>38. Назовите дифференциальные параметры полевого транзистора.</p> <p>39. Что такое режим обеднения и обогащения?</p> <p>40. Принцип работы тиристора и его основные параметры. Особенности управления.</p> <p>41. Область применения тиристоров.</p> <p>42. Отличие симистора от тиристора.</p> <p>43. Нарисовать и пояснить ВАХ тиристора.</p> <p>44. Нарисовать и пояснить ВАХ симистора.</p> <p>45. Укажите на ВАХ участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением.</p>
--	---

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника: Полный курс Учеб. для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Горячая линия -Телеком, 2005
2. Миловзоров, О. В. Электроника [Текст] учеб. для вузов О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2006. - 287, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы Учеб. пособие для вузов В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 8-е изд., испр. - СПб. и др.: Лань, 2006. - 478 с.
2. Аксенов, А. И. Резисторы, конденсаторы, провода, припои, флюсы [Текст] справ. пособие А. И. Аксенов, А. В. Нефедов. - М.: Солон-Р, 2000. - 239, [1] с. ил.
3. Дубовицкий, Г. П. Электроника Учеб. пособие Г. П. Дубовицкий, В. И. Смолин; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электротехника; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 132, [1] с. ил.

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

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Лабораторный практикум "Физические основы электроники"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Лабораторный практикум "Физические основы электроники"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мамыкин, А. И. Контактные явления в полупроводниках. Учебно-методическое пособие по курсу «Физические основы электроники» : учебно-методическое пособие / А. И. Мамыкин, А. А. Рассадина. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, [б. г.]. — Часть 2 — 2014. — 34 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/70880 (дата обращения: 19.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -Multisim(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	1016 (36)	Исследовательский лабораторный комплекс "Физические основы электротехники и электроники (1. Моноблок с комплектом съемных модулей: диоды, тиристоры, транзисторы, операционный усилитель, фильтры, выпрямители, транзисторные усилители каскады, схемы на логических элементах, физические основы электротехники; 2. Осциллограф двухканальный GOS-620.)
Лекции	815 (36)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональный компьютер с предустановленным ПО