

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРОНИКА И СХЕМОТЕХНИКА»

Направление: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Строкин Николай
Александрович
Дата подписания: 01.07.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 05.07.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 02.07.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Электроника и схемотехника» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-9 Готовность работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	ПКР-9.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-9.4	На основе знаний принципов работы электронных элементов современной радиоэлектронной аппаратуры и физических процессов, протекающие в них, основ схемотехники и базового контрольно-измерительного оборудования может выбирать современное технологическое оборудование для изготовления материалов и элементов микро- и наноэлектроники	Знать методы анализа электрических цепей; принципы работы элементов современной радиоэлектронной аппаратуры и физические процессы, протекающие в них; основы схемотехники и базовое контрольно-измерительное оборудование. Уметь применять на практике методы анализа электрических цепей, электронных схем. Владеть навыками чтения электронных схем, проведения измерений параметров и характеристик электронных схем.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электроника и схемотехника» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Физические основы электроники», «Электротехника», «Физические основы электронной техники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», «Процессы микро- и нанотехнологии», «Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16

лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля	
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.		
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Классификация электротехнических материалов	1	1								Устный опрос
2	Приборы вакуумной электроники	2	2	3	2						Устный опрос
3	Полупроводники; физические основы. Электронно-дырочный переход	3	2			1, 3, 5	3	2	12		Тест
4	Оптоэлектронные элементы	4	1					4	10		Тест
5	Интегральный усилитель	5	1	4	2						Тест
6	Аналоговые интегральные микросхемы	6	1			4	2	5	8		Устный опрос
7	Генераторы периодических колебаний	7	2	2	2	6	1				Тест
8	Генераторы импульсов	8	2	6	2	7, 8, 9	6	1	12		Тест
9	Аналого-цифровые преобразователи	9	1	1	2						Отчет
10	Схемотехнические основы реализации логических элементов	10	1	5	2			3	18		Устный опрос
11	Электропреобразовательные устройства	11	2	7, 8	4	2, 10	4				Тест
	Промежуточная аттестация								36		Экзамен

	Всего		16		16		16		96
--	-------	--	----	--	----	--	----	--	----

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Классификация электротехнических материалов	Определение «радиоэлектронное устройство», «электротехнические материалы»; свойства материалов по отношению к электрическому и магнитному полям.
2	Приборы вакуумной электроники	Определение «электрорадиотехнический прибор»; области применения, принцип действия; термоэлектронная и автоэлектронная эмиссии; классификация электронных ламп; диод, триод, тетрод, пентод; электронно-лучевая трубка; магнетрон.
3	Полупроводники; физические основы. Электронно-дырочный переход	Определение «полупроводник»; запрещенная зона; электроны и дырки в полупроводнике; статистика свободных носителей; электронно-дырочный переход. Биполярные и полевые транзисторы. Собственные и примесные полупроводники; электропроводность примесных полупроводников, электрический ток в полупроводниках; вольт-амперная характеристика p-n-перехода; устройство и работа биполярного транзистора, токовое управление; схемы включения транзисторов; устройство и работа полевого транзистора, управление электрическим полем.
4	Оптоэлектронные элементы	Определение «оптоэлектронный элемент»; фотоэффект, законы фотоэффекта; полупроводниковые приемники излучения: фотодиод, фоторезистор, фотоэлемент, фототранзистор, фото-электронный умножитель; полупроводниковые излучатели: лазер, фотодиод светоизлучающий, фотоэлемент, оптопара. Плазменные и жидко-кристаллические панели: устройство, принцип действия плазменной панели; жидкий кристалл, ориентационный переход Фредерикса, устройство и принцип действия жидкокристаллические панели; сравнительные характеристики.
5	Интегральный усилитель	Определение «усилитель»; обобщенная структура, схемы включения, вычисление выходного напряжения; классификация усилителей, характеристики; усилительные каскады на транзисторах; каскадное включение звеньев усилителя; определение рабочей точки усилительного элемента; операционный усилитель, свойства, входной дифференциальный каскад; коэффициент усиления; передаточная характеристика.

6	Аналоговые интегральные микросхемы	Инвертирующий сумматор; схема сложения - вычитания; интегратор, дифференцирующее устройство; нелинейное функциональное устройство на базе операционного усилителя; перемножители напряжения; компараторы.
7	Генераторы периодических колебаний	Определение «генератор»; режимы работы генераторов; автогенератор: обобщенная схема, условия самовозбуждения, фазосдвигающие цепи, примеры схем автогенераторов, колебательные характеристики, стабилизация частоты колебаний.
8	Генераторы импульсов	Триггер, триггер Шмитта; автоколебательный и ждущий мультивибратор, мультивибратор на операционном усилителе; блокинг-генератор; генераторы линейно изменяющегося напряжения.
9	Аналого-цифровые преобразователи	Процедура преобразования, АЦП последовательного счета; цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП): ЦАП ток-напряжение на операционном усилителе.
10	Схемотехнические основы реализации логических элементов	Логические элементы и схемы; основные логические функции; цифровые запоминающие устройства: триггеры синхронные и асинхронные, счетчики, дешифраторы, шифраторы, мультиплексоры и демультимплексоры.
11	Электропреобразовательные устройства	Частотные электрические фильтры. Устройства согласования частоты – выпрямители, инверторы; устройства согласования напряжения – преобразователи уровня напряжения; устройства согласования стабильности напряжения.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование аналого-цифрового преобразователя	2
2	Изучение опорного генератора «Гиацинт–М»	2
3	Изучение электронного осциллографа	2
4	Исследование операционного усилителя	2
5	Исследование логических элементов	2
6	Исследование мультивибратора на операционном усилителе	2
7	Исследование стабилизатора постоянного напряжения	2
8	Построение схем и изучение принципа работы компенсационного стабилизатора напряжения	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Вольт-амперные характеристики диодов, транзисторов, стабилитронов. Определение рабочей точки; прямая нагрузки.	1
2	Выпрямители.	2
3	Усилитель транзисторный.	1
4	Интегратор, дифференцирующее устройство, усилитель операционный.	2
5	Диодный ограничитель. Транзисторный ключ.	1
6	Автогенератор.	1
7	Генераторы прямоугольных и пилообразных импульсов.	2
8	Мультивибратор.	2
9	Триггеры.	2
10	Фильтры электрические.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение компьютерных экспериментов и компьютерных лабораторных работ в дистанционном режиме	12
2	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	12
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	18
4	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	10
5	Проработка разделов теоретического материала	8

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Интерактивная лекция; компьютерная симуляция; семинар–дискуссия; разбор конкретных ситуаций.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Основной задачей практических занятий студентов является закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях. Цель работы – научиться ориентироваться в теоретическом материале, получить навыки решения задач и применения прикладной специализированной компьютерной программы Electronics Workbench (MultiSim). При выполнении задания для практических занятий рекомендуется начать с изучения лекционного материала по рассматриваемой теме. При возникновении неясностей или затруднений в понимании материала следует обратиться к литературе, рекомендованной преподавателем.

Примеры заданий

1. В среде Electronics Workbench (MultiSim) собрать, следуя указаниям преподавателя, последовательно схемы RC-цепочек. Подать на вход каждой из них синусоидальное напряжение, используя генератор синусоидального напряжения. Измерить с помощью двухлучевого осциллографа сигнал на выходе RC-цепочек и определить тип функциональной зависимости для каждого из двух выходных сигналов. По этим данным определить тип математической операции, выполненной над сигналом при прохождении RC-цепочек, соответственно, дифференцирование и интегрирование. Изменяя период сигнала и величину RC, найти условия «качественного» дифференцирования и интегрирования.

2. Автогенератор – изучение схемных реализаций, условий самовозбуждения и возможностей управления амплитудой и периодом (частотой) колебаний.

Собрать схему RC-генератора. Определить назначение элементов схемы. Выделить активный элемент – усилитель и цепь обратной связи. Определить тип обратной связи. Провести измерения сигнала на выходе генератора, используя для этого двухлучевой осциллограф. Проводя измерения на входе и выходе усилителя (цепи обратной связи), определить фазовый сдвиг и соотношение амплитуд между этими двумя сигналами. Сформулировать условия самовозбуждения. Изменяя параметры цепи положительной обратной связи, проследить изменение фазовых соотношений, амплитуды и формы сигналов на входе и выходе усилителя. Прокомментировать данные изменения.

Рекомендуемая литература

1. Миленина С.А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для академического бакалавриата по инженерно-техническим направлениям / С.А. Миленина; под ред. Н.К. Миленина, 2017. – 207 с.

2. Миленина С.А. Электротехника, электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: Учебник и практикум / Миленин Н.К. – отв. ред., 2018. – 434 с.

3. Пионкевич В.А. Физические основы электроники: учебное пособие / В.А. Пионкевич, 2017. – 289 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Предназначены для оказания помощи студентам по выполнению лабораторных работ. Содержание лабораторных работ: тема; цель и задачи работы; рекомендуемая литература; краткие сведения по теории; схема выполнения лабораторной работы; задания; контрольные вопросы.

Перечень лабораторных работ

1. Исследование аналого-цифрового преобразователя.

2. Изучение опорного генератора «Гиацинт-М».

3. Изучение электронного осциллографа.

4. Исследование операционного усилителя.

5. Исследование логических элементов.

6. Комплект лабораторного оборудования по электронной технике К32.

7. Исследование мультивибратора на операционном усилителе.

8. Исследование стабилизатора постоянного напряжения.

9. Построение схем и изучение принципа работы компенсационного стабилизатора напряжения.

Методические указания и задания к лабораторным работам выдаются студентам в электронном виде в начале семестра и в лаборатории в виде методичек – непосредственно перед выполнением лабораторных работ.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студентом проводится с целью:

- подготовки к конкретным видам занятий;
- для углубления знаний по учебной дисциплине;
- для расширения кругозора.

Самостоятельная подготовка к конкретным видам занятий включает:

- подготовку к очередной лекции;
- подготовку к лабораторным работам;
- подготовку к практическим работам.

Подготовка к очередной лекции имеет целью освежить в памяти материал предыдущей лекции. При этом также выполняются задания, которые были предложены преподавателем для СРС по теме лекции. Для выяснения всех возникших вопросов используется рекомендованная литература или любая другая литература по теме дисциплины.

Углубление знаний по учебным и смежным с ними вопросам проводится при выполнении заданий преподавателя по самостоятельному изучению отдельных положений предмета.

При этом используется основная литература. В конспект вносятся необходимые уточнения и исправления, а также (на полях) дописываются новые сведения.

Расширение кругозора реализуется вследствие личной заинтересованности студента и его стремления самостоятельно получить новые знания сверх учебной программы при выполнении конкретных технических заданий, в результате участия в научно-исследовательской работе кафедры, студенческом научно-методическом семинаре, при выполнении курсовых и дипломных проектов. Для расширения кругозора должна использоваться дополнительная литература и научно-технические периодические издания. При этом не следует ограничиваться конечным объемом знаний, изучаемым на лекциях. Следует искать взаимосвязи с другими техническими дисциплинами в рамках своей специальности и смежными специальностями. Поля конспекта – это место конспектирования дополнительного материала по данной теме.

При самостоятельной подготовке по учебной дисциплине «Электроника и схемотехника» необходимо использовать учебники и конспекты лекций по математике (дифференциальное и интегральное исчисление), а также учебники и конспекты лекций по учебным дисциплинам «Физика», «Электротехника». Для правильной организации самостоятельной работы студента большое значение имеют:

- выработка навыков планирования своего учебного и внеучебного времени;
- выбор приоритетов;
- своевременное и правильное составление конспектов лекций по изучаемым дисциплинам.

Планирование времени включает распределение временных затрат по видам учебной деятельности. При этом, независимо от учебного плана, первоначально студентом должно быть принято правило: 1 час самостоятельной работы на 1 час затрат учебного времени по расписанию.

Приоритеты следует определять, руководствуясь объемом учебной дисциплины в часах. Доступность и относительная простота учебной дисциплины для конкретного студента не должна быть критерием расстановки приоритетов. В основу должна быть положена систематичность изучения, поиск ответов на все непонятные вопросы. Следует придерживаться правила: чем больше потрачено времени на учебную дисциплину в начале изучения, тем больше будет экономия времени при отчетности.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Отчет

Описание процедуры.

Вопросы для контроля:

Выявить некорректности в следующих утверждениях:

- 1) Аналогово-цифровой преобразователь предназначенный для преобразования входной дискретной физической величины (аналоговый сигнал) в эквивалентное ей значение n -разрядного двоичного числового кода.
- 2) Процесс аналогово-цифрового преобразования предполагает параллельное выполнение следующих операций:
 - а) выборка значений исходной дискретной величины в некоторые наперед заданные моменты времени;
 - б) квантование – подбор некоторых известных величин для полученной в непрерывные моменты времени последовательности значений исходной аналоговой величины по уровню;
 - с) кодирование – замена найденных непрерывных значений некоторыми числовыми кодами.
- 3) Выбор периода дискретизации T_D производится по временной характеристике обрабатываемого сигнала – гармонике с максимальной частотой f_{max} (или минимальным характерным периодом колебаний T_{min}) согласно теореме Котельникова: $T_D = 0,5f_{max}^{-1}$ (или $T_D = T_{min}/2$).

Критерии оценивания.

Критерии оценки: зачтено – если процент правильных ответов не ниже 50%; выявляется способность к анализу сути вопроса, высказывания альтернативных вариантов.

6.1.2 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Описание процедуры: диалогическая беседа преподаватель – студент; в случае неполного или неправильного ответа – вопрос переадресуется другому (третьему) студенту.

Вопросы для контроля:

Как термоэмиссионный ток насыщения зависит от температуры катода?

- 1.
- 2.
- 3.

Критерии оценивания.

Критерии оценки: зачтено – если процент правильных ответов не ниже 50%; выявляется способность к анализу сути вопроса, высказывания альтернативных вариантов.

6.1.3 семестр 6 | Тест

Описание процедуры.

Тема (раздел): Полупроводники; физические основы.

Электронно-дырочный переход

Описание процедуры: каждому студенту выдается раздаточный материал – карточка с тестовыми заданиями; в каждой по 3 вопроса.

Вопросы для контроля:

Какое включение р-п перехода называется обратным?

1. Плюс внешнего источника к р-области, минус к п-области.
2. Включение, при котором увеличивается высота потенциального барьера и переход представляет большое сопротивление протекающему току.
3. Уменьшающее скачок потенциала на р-п переходе.

Критерии оценки: зачтено – если процент правильных ответов превышает 50% (50% и менее – не зачет).

Тема (раздел): Генераторы импульсов

Описание процедуры: каждому студенту выдается раздаточный материал – карточка с тестовыми заданиями; в каждой по 3 вопроса.

Вопросы для контроля:

Триггер Шмитта:

- 1) имеет одно устойчивое состояние;
- 2) это двухкаскадный усилитель с непосредственной связью между каскадами;
- 3) это двухкаскадный усилитель с положительной обратной связью, в котором в качестве фазовращающей цепи используется соответствующий транзистор.

Критерии оценивания.

Критерии оценки: зачтено – если процент правильных ответов превышает 50% (50% и менее – не зачет).

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-9.4	Излагает и анализирует принципы действия полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов. Определяет области применения и требуемые измеряемые характеристики оптоэлектронных приборов. Находит базовое контрольно-измерительное оборудование для метрологического обеспечения исследований и	Устное собеседование на зачете по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий, тестов.

	промышленного производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен производится по совокупности выполненных студентом работ: выполнение лабораторных работ и защита отчетов по лабораторным работам; активность студента на практических занятиях; собеседование по теоретическим разделам курса.

Пример задания:

Экзаменационный билет № 1
по дисциплине «Электроника и схемотехника»

1. Классификация электрических материалов; параметры; свойства.
2. Операционный усилитель. Интегратор. Дифференцирующее устройство.

Билет составил профессор кафедры РЭиТС

Строкин Н.А.
15 апреля 2025 г.

Утверждаю:
Заведующий кафедрой РЭиТС

Ченский А.Г.
15 апреля 2025 г.

Вопросы, темы для подготовки к экзамену:

Классификация электротехнических материалов; параметры; свойства.

Приборы вакуумной электроники. Диод.

Приборы вакуумной электроники. Триод, тетрод, пентод.

Приборы вакуумной электроники. Электронно-лучевая трубка. Принцип формирования изображения.

Полупроводники; физические основы. Электронно-дырочный переход. Собственные и примесные полупроводники.

Электрический ток в полупроводниках.

Биполярные транзисторы.

Полевые транзисторы.

Усилительные каскады на транзисторах. Схемы включения.

Определение рабочей точки усилительного элемента; метод пересечения характеристик.

Оптоэлектронные элементы. Приемники излучения.

Оптоэлектронные элементы. Генераторы излучения.

Плазменные панели.

Жидкокристаллические панели.

Интегральный (аналоговый) усилитель. Схемы включения.

Операционный усилитель. Дифференциальный каскад.
 Операционный усилитель. Инвертирующий, неинвертирующий усилители; коэффициенты усиления.
 Операционный усилитель. Отрицательная и положительная обратная связь. Коэффициенты усиления.
 Операционный усилитель. Интегратор. Дифференцирующее устройство.
 Операционный усилитель. Компараторы.
 Автогенератор периодических колебаний. Условия самовозбуждения.
 Автогенератор периодических колебаний. Фазосдвигающие цепочки.
 Автогенератор периодических колебаний. Стабилизация частоты генераторов.
 Генераторы импульсов. Триггер Шмитта.
 Генераторы импульсов. Мультивибратор.
 Генераторы импульсов. Блокинг-генератор.
 Генераторы импульсов. Генератор линейно изменяющегося напряжения.
 Аналого-цифровой преобразователь последовательного счета с двойным интегрированием.
 Цифроаналоговый преобразователь код-ток.
 Схемотехнические основы реализации логических элементов. Штрих Шеффера. Стрелка Пирса.
 RS-триггер синхронный и асинхронный на логических элементах.
 D-триггер на логических элементах.
 Частотные активные электрические фильтры. Фильтр низких частот; фильтр высоких частот.
 Электропреобразовательные устройства. Мостовой выпрямитель.
 Электропреобразовательные устройства. Трехфазный двухполупериодный выпрямитель – схема Ларионова.
 Электропреобразовательные устройства. Сглаживающие фильтры.
 Электропреобразовательные устройства. Параметрический стабилизатор напряжения.
 Электропреобразовательные устройства. Компенсационный стабилизатор напряжения.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Способность применять положения электротехники и схемотехники для решения профессиональных задач.	Допускает незначительные ошибки в процессе применения положений электротехники и схемотехники при решении профессиональных задач.	Допускает существенные ошибки в процессе применения положений электротехники и схемотехники при решении профессиональных задач.	Допускает значительные ошибки в процессе применения положений электротехники и схемотехники при решении профессиональных задач.

7 Основная учебная литература

1. 1. Наумкина Л.Г. Цифровая схемотехника: конспект лекций по дисциплине «Схемотехника» / Л.Г. Наумкина, 2008. – 307 с.
2. Леонова Н.В. Физические основы оптоэлектроники: курс лекций для специальностей 654200 «Радиотехника» / Н. В. Леонова, 2010. – 148 с.
3. Миленина С.А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для академического бакалавриата по инженерно-техническим направлениям / С.А. Миленина; под ред. Н.К. Миленина, 2017. – 207 с.
4. Миленина С.А. Электротехника, электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / С.А. Миленина, Н.К. Миленин; под ред. Н.К. Миленина, 2018. – 434 с. <http://www.biblio-online.ru/book/19D20EF1-EECB-49DD-8F0C-F995347E85B9?>
5. Новожилов О.П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата: в 2 ч. Ч. 2, 2018. – 421 с. <http://www.biblio-online.ru/book/A249DF90-9B06-4320-87A4-58BCF3A99C6D?>
6. Новожилов О.П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата: в 2 ч. Ч. 1, 2018. – 382 с. <http://www.biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C?>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. 1. Кучумов А.И. Электроника и схемотехника: учеб. пособие для студентов по специальностям «Компьютер. безопасность» / А.И. Кучумов, 2005. – 335 с. <http://www.biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C?>
2. Смирнов Ю.А. Физические основы электроники: учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов, 2013. – 559 с. <http://www.biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C?>
3. Трубочкина Н.К. Наноэлектроника и схемотехника, 2016. – 269 с.; [6] л. ил. с. <http://www.biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C?>
4. Трубочкина. Наноэлектроника и схемотехника, 2016. - 250 с. <http://www.biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C?>
5. Пионкевич В.А. Физические основы электроники : учебное пособие / В.А. Пионкевич, 2017. – 289 с. <http://www.biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C?>

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение

2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер
4. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
5. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
6. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.