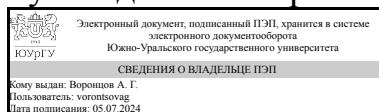


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



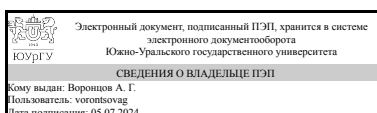
А. Г. Воронцов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.26 Нанoeлектроника
для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

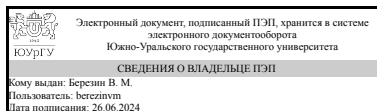
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., проф., профессор



В. М. Березин

1. Цели и задачи дисциплины

Отразить приемственность нано- и микроэлектроники. Изучить особенности наноэлектроники (технологии, физической основы, конструкции и работы приборов) как принципиально нового направления техники и технологии в области электроники. Решаемые задачи : Изучить сущность новых технологий: нанолитографии, молекулярно- лучевой эпитаксии, зондовой микроскопии и т.п.. Научиться применять уравнения Шредингера для решения задач взаимодействия электронов с неоднородностями, потенциальными барьерами. Изучить варианты конструкций наноэлектронных транзисторов, диодов, конденсаторов, резисторов и других элементов ИМС.

Краткое содержание дисциплины

Введение в предмет. Основные тенденции интегральной электроники и их реализация в области минимальных технологических размеров менее 100 нм. Технологические особенности обусловленные увеличением степени интеграции на чипе и уменьшением размеров элементов микросхем. Повышенные требования к качеству кристаллов полупроводниковой основы микросхем. Новые методы получения чипов и реализации литографии при формировании топологии ИМС. Достоинства и проблемы, обусловленные новыми методами и технологиями. Туннелирование и интерференционные эффекты при электронном транспорте. Квантовая проводимость, эффект Холла, Аоронава-Бома. Применение стационарного одномерного уравнения Шредингера для решения задач электроники. Автоэлектронная эмиссия. Изучение конструктивных и технологических особенностей наноэлектронных транзисторов. диодов различного назначения, конденсаторов, химических источников тока, резисторов. Изучение электронных свойств наноструктур . Перспективы углеродной наноэлектроники.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | Знает: фундаментальные законы природы, определяющие функционирование объектов нанометровых размеров; отличительные особенности наноэлектронных систем Умеет: использовать законы физики для прогнозирования поведения наноэлектронных систем |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|---|
| 1.О.16 Теоретические основы электротехники, 1.О.10 Дифференциальные уравнения, 1.О.08 Математический анализ, ФД.03 Наноструктурные материалы для источников тока, | ФД.02 Квантовые технологии: состояние и перспективы, 1.О.27 Интегральная электроника и наноэлектроника |

| | |
|--|--|
| 1.О.28 Введение в физику твердого тела, 1.О.09 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, 1.О.22 Материалы и компоненты электронной техники, 1.О.20 Основы теории вероятности и стохастических процессов, 1.О.11 Физика | |
|--|--|

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

| Дисциплина | Требования |
|---|--|
| 1.О.20 Основы теории вероятности и стохастических процессов | Знает: области прикладного применения теории вероятностей и стохастических процессов; основные определения и теоремы теории вероятностей и стохастических процессов Умеет: находить вероятности в конкретных задачах, находить параметры распределений случайных величин и стохастических процессов Имеет практический опыт: нахождения параметров функции распределения случайной величины |
| 1.О.22 Материалы и компоненты электронной техники | Знает: основные методы экспериментального исследования свойств материалов и параметров компонентов электронной техники, основные материалы, используемые в электронике; ключевые компоненты, используемые в электронных схемах Умеет: проводить измерения свойств материалов и параметров компонентов электронной техники, осуществлять подбор материалов для изготовления электронной техники Имеет практический опыт: измерения свойств материалов, представления и обработки экспериментальных данных |
| 1.О.11 Физика | Знает: фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы, основы экспериментального метода исследования; методику обработки данных эксперимента, методики анализа физических систем, основные определения и законы физики Умеет: применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, проводить простые эксперименты, грамотно представлять результаты измерений, оценивать погрешность, применять системный подход для решения физических задач Имеет практический опыт: использования знаний физики и математики при решении практических задач, проведения эксперимента, обработки экспериментальных данных |

| | |
|---|--|
| ФД.03 Наноструктурные материалы для источников тока | Знает: примеры практического использования наноструктурных материалов; устройство и материалы современных источников тока Умеет: Имеет практический опыт: |
| 1.О.08 Математический анализ | Знает: области прикладного применения дифференциального и интегрального исчисления; основные определения и теоремы математического анализа Умеет: применять методы математического анализа для решения задач теоретического и прикладного характера Имеет практический опыт: |
| 1.О.10 Дифференциальные уравнения | Знает: области прикладного применения дифференциальных уравнений; Классификацию дифференциальных уравнений; основные способы решения дифференциальных уравнений Умеет: решать дифференциальные уравнения Имеет практический опыт: применения дифференциальных уравнений для решения задач |
| 1.О.16 Теоретические основы электротехники | Знает: основные элементы электрических цепей, метода расчета электрических цепей Умеет: выполнять расчеты параметров электрических цепей постоянного и переменного тока Имеет практический опыт: сборки электрических схем и выполнения измерений в электрических цепях |
| 1.О.09 Линейная алгебра и аналитическая геометрия | Знает: области прикладного применения линейной алгебры и аналитической геометрии; основные определения и теоремы линейной алгебры и аналитической геометрии Умеет: применять методы линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач теоретического и прикладного характера Имеет практический опыт: |
| 1.О.28 Введение в физику твердого тела | Знает: основные физические свойства материалов; физико-химические причины появления тех или иных свойств материалов Умеет: находить информацию о свойствах веществ Имеет практический опыт: |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|-----|
| | | Номер семестра | |
| | | 5 | 6 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 216 | 108 | 108 |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 96 | 48 | 48 |
| Лекции (Л) | 64 | 32 | 32 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды | 16 | 8 | 8 |

| | | | |
|---|--------|-------|---------|
| аудиторных занятий (ПЗ) | | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 16 | 8 | 8 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 105,25 | 53,75 | 51,5 |
| Подготовка к лабораторным и контрольным работам | 45,25 | 23,75 | 21,5 |
| Подготовка к зачету. | 20 | 20 | 0 |
| Подготовка к выступлению с докладом | 20 | 10 | 10 |
| Подготовка к экзамену | 20 | 0 | 20 |
| Консультации и промежуточная аттестация | 14,75 | 6,25 | 8,5 |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет | экзамен |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|---|---|----|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Введение в дисциплину | 6 | 4 | 2 | 0 |
| 2 | Технологии нанoeлектроники. | 12 | 8 | 4 | 0 |
| 3 | Структуры пониженной размерности в нанoeлектронике. | 20 | 8 | 4 | 8 |
| 4 | Нанoeлектронные приборы. | 30 | 24 | 6 | 0 |
| 5 | Материалы нанoeлектроники. | 28 | 20 | 0 | 8 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1,2 | 1 | Нанoeлектроника - как преемственность микроэлектроники. Тенденция на миниатюризацию и уменьшение потребления энергии при расширении функциональных возможностей. | 4 |
| 3 | 2 | Нанолитография. Экстремальный ультрафиолет. Эксимерные лазеры. | 2 |
| 4 | 2 | Электронолитография. Рентгенолитография. Принципы и особенности реализации. | 2 |
| 5 | 2 | Технология молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ). | 2 |
| 6 | 2 | Сканирующая и зондовая микроскопия. | 2 |
| 7 | 3 | Классификация структур и их электронные энергетические спектры. | 2 |
| 8 | 3 | Электронные размерные эффекты. | 2 |
| 9 | 3 | Классический и квантовый размерные эффекты электросопротивления тонких пленок. | 2 |
| 10 | 3 | Баллистический транспорт электронов в нанопроводниках. | 2 |
| 11 | 4 | КМОП- нанотранзисторы. | 2 |
| 12 | 4 | МНОП - и ЛИЗМОП транзисторы и их применение. | 2 |
| 13 | 4 | Нанодиоды различного назначения. | 2 |
| 14 | 4 | Наноконденсаторы и источники питания. | 2 |
| 15 | 4 | Оптоэлектронные наноприборы. | 2 |
| 16 | 4 | СВЧ нанотранзисторы. | 2 |
| 17, 18. | 4 | Оптоэлектронные наноприборы. Приборы с внутренним усилением. Лавинные фотодиоды. | 4 |
| 19, 20 | 4 | Наноприборы функциональной электроники. Динамические неоднородности в нанoeлектронике. Фононы, магноны, поляроны, микродомены и др. | 4 |

| | | | |
|--------|---|---|---|
| | | элементарные возбуждения как носители информации. | |
| 21 | 4 | Одноэлектроника и перспективы ее практической реализации. Идея одноэлектроники. Кулоновская блокада и туннелирование электрона. | 2 |
| 22 | 4 | Спинтроника. | 2 |
| 23, 24 | 5 | Полупроводниковые наноструктуры. Гетеропереходы. Сверхрешетки. | 4 |
| 25, 26 | 5 | Углеродные наноматериалы. Фуллерены. Нанотрубки. Графеноподобные материалы. | 4 |
| 27, 28 | 5 | Магнитные наноматериалы. | 4 |
| 29, 30 | 5 | Полимерные и органические материалы. | 4 |
| 31 | 5 | Пленки поверхностно-активных веществ. | 2 |
| 32 | 5 | Бионаноматериалы. | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Введение в предмет. | 2 |
| 2 | 2 | Нанолитография. | 2 |
| 3 | 2 | Методы получения нанопленок. | 2 |
| 4 | 3 | 2D- структура. | 2 |
| 5 | 3 | 0D- и 1D-структуры. | 2 |
| 6 | 4 | Нанодиоды. | 2 |
| 7 | 4 | Нанотранзисторы. | 2 |
| 8 | 4 | УБИС , ГИС. | 2 |

5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1,2 | 3 | Изучение вакуумной техники | 4 |
| 3,4 | 3 | Получение тонких пленок на стекле и измерение их электрических и оптических свойств. | 4 |
| 5,6 | 5 | Проверка закона Бугера -Ламберта на тонких пленках полуметаллов. | 4 |
| 7,8 | 5 | Изучение краевых и размерных эффектов электросопротивления тонких пленок полуметаллов. | 4 |

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | | |
|---|---|---------|--------------|
| Подвид СРС | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к лабораторным и контрольным работам | Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника, стр. 478-596 Гельман М.В., Хусаинов Р.З., Бычков А.Е. Основы цифровой техники, стр. 9-58 | 6 | 21,5 |
| Подготовка к зачету. | Щука, А. А. Электроника [Текст] учебное пособие для вузов по направлению 654100 - Электроника и микроэлектроника А. А. Щука. - 2-е изд., | 5 | 20 |

| | | | |
|---|--|---|-------|
| | перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 739 с. ил., стр. 301-365 | | |
| Подготовка к лабораторным и контрольным работам | Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника, стр. 372-408 Гельман М.В., Хусаинов Р.З., Бычков А.Е. Основы цифровой техники, стр. 9-58 | 5 | 23,75 |
| Подготовка к выступлению с докладом | Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника, стр. 372-392 Щука, А. А. Электроника [Текст] учебное пособие для вузов по направлению 654100 - Электроника и микроэлектроника А. А. Щука. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 739 с. ил., стр. 301-364 | 6 | 10 |
| Подготовка к выступлению с докладом | Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника, стр. 69-82 Щука, А. А. Электроника [Текст] учебное пособие для вузов по направлению 654100 - Электроника и микроэлектроника А. А. Щука. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 739 с. ил., стр. 266-284 | 5 | 10 |
| Подготовка к экзамену | Щука, А. А. Электроника [Текст] учебное пособие для вузов по направлению 654100 - Электроника и микроэлектроника А. А. Щука. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 739 с. ил., стр. 429-446 | 6 | 20 |

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|---|------------------|
| 1 | 5 | Текущий контроль | Контрольная работа 1 | 15 | 5 | 5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены. | зачет |
| 2 | 5 | Текущий контроль | Контрольная работа 2 | 15 | 5 | 5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены | зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|------------------|-----------------------|----|---|---|-------|
| | | | | | | верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены. | |
| 3 | 5 | Текущий контроль | Контрольная работа 3 | 15 | 5 | 5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены. | зачет |
| 4 | 5 | Текущий контроль | Лабораторная работа 1 | 5 | 5 | 5 баллов - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, все вычисления выполнены верно, графики зависимостей построены в соответствии со стандартом ЮУрГУ; 4 балла - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, но в вычислениях присутствуют неточности/небольшие ошибки, графики зависимостей построены без указаний доверительных интервалов/без подписей и обозначений; 3 балла - студент выполнил лабораторную работу с ошибками в вычислениях, выводы по работе не показывают сути и результатов выполненной работы; 2 балла - выполнена экспериментальная часть работы, выполнена часть необходимых вычислений, отсутствуют выводы; 1 балл - выполнена только экспериментальная часть работы, отчет не оформлен; 0 баллов - работа не выполнена. | зачет |
| 5 | 5 | Текущий контроль | Лабораторная работа 2 | 5 | 5 | 5 баллов - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, все вычисления выполнены верно, графики зависимостей построены в соответствии со стандартом ЮУрГУ; 4 балла - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, но в вычислениях присутствуют | зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|-----------------------------|----|---|--|---------|
| | | | | | | <p>неточности/небольшие ошибки, графики зависимостей построены без указаний доверительных интервалов/без подписей и обозначений;</p> <p>3 балла - студент выполнил лабораторную работу с ошибками в вычислениях, выводы по работе не показывают сути и результатов выполненной работы;</p> <p>2 балла - выполнена экспериментальная часть работы, выполнена часть необходимых вычислений, отсутствуют выводы;</p> <p>1 балл - выполнена только экспериментальная часть работы, отчет не оформлен;</p> <p>0 баллов - работа не выполнена.</p> | |
| 6 | 5 | Текущий контроль | Выступление с докладом №1_5 | 5 | 5 | <p>5 баллов выставляется за выступление студента с докладом и презентацией; студент хорошо ориентируется в докладываемой теме и ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>4 балла - студент качественно выступил с докладом, но допустил небольшие ошибки в ответах на вопросы, либо не ответил на один вопрос;</p> <p>3 балла - студент выступил с докладом, но допустил грубые ошибки в докладе и неполно осветил тему; студент ответил не на все вопросы/ ответы студента неполные;</p> <p>2 балла - тема доклада не раскрыта, докладчик плохо ориентируется в докладе;</p> <p>1 балл - представлена информация несоответствующая теме доклада;</p> <p>0 баллов - студент не подготовил доклад.</p> | зачет |
| 7 | 5 | Промежуточная аттестация | Зачет | - | 5 | <p>5 баллов выставляется за полное и исчерпывающее ответы на все задания билета;</p> <p>4 балла - выполнены все задания, ответы содержат не принципиальные ошибки и неточности;</p> <p>3 балла - ответы даны с грубыми ошибками;</p> <p>2 балла - ответы на задания даны неверно, студент не понимает сути вопросов заданий;</p> <p>1 балл - частично выполнено одно задание из билета с грубыми ошибками;</p> <p>0 баллов - задания не выполнены.</p> | зачет |
| 8 | 6 | Текущий контроль | Контрольная работа 1_6 | 15 | 5 | <p>5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с не критическими ошибками;</p> | экзамен |

| | | | | | | | |
|----|---|------------------|-----------------------------|----|---|---|---------|
| | | | | | | 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены. | |
| 9 | 6 | Текущий контроль | Контрольная работа 2_6 | 15 | 5 | 5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены. | экзамен |
| 10 | 6 | Текущий контроль | Контрольная работа 3_6 | 15 | 5 | 5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены. | экзамен |
| 11 | 6 | Текущий контроль | Выступление с докладом №1_6 | 5 | 5 | 5 баллов выставляется за выступление студента с докладом и презентацией; студент хорошо ориентируется в докладываемой теме и ответил на все дополнительные вопросы. 4 балла - студент качественно выступил с докладом, но допустил небольшие ошибки в ответах на вопросы, либо не ответил на один вопрос; 3 балла - студент выступил с докладом, но допустил грубые ошибки в докладе и неполно осветил тему; студент ответил не на все вопросы/ ответы студента неполные; 2 балла - тема доклада не раскрыта, докладчик плохо ориентируется в докладе; 1 балл - представлена информация несоответствующая теме доклада; 0 баллов - студент не подготовил доклад. | экзамен |
| 12 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа 3 | 5 | 5 | 5 баллов - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, все вычисления выполнены верно, графики зависимостей построены в соответствии со стандартом ЮУрГУ; 4 балла - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал | экзамен |

| | | | | | | | |
|----|---|--------------------------|------------------------|---|---|---|---------|
| | | | | | | <p>корректные выводы по работе, но в вычислениях присутствуют неточности/небольшие ошибки, графики зависимостей построены без указаний доверительных интервалов/без подписей и обозначений;</p> <p>3 балла - студент выполнил лабораторную работу с ошибками в вычислениях, выводы по работе не показывают сути и результатов выполненной работы;</p> <p>2 балла - выполнена экспериментальная часть работы, выполнена часть необходимых вычислений, отсутствуют выводы;</p> <p>1 балл - выполнена только экспериментальная часть работы, отчет не оформлен;</p> <p>0 баллов - работа не выполнена.</p> | |
| 13 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа 4 | 5 | 5 | <p>5 баллов - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, все вычисления выполнены верно, графики зависимостей построены в соответствии со стандартом ЮУрГУ;</p> <p>4 балла - студент полностью выполнил лабораторную работу, сделал корректные выводы по работе, но в вычислениях присутствуют неточности/небольшие ошибки, графики зависимостей построены без указаний доверительных интервалов/без подписей и обозначений;</p> <p>3 балла - студент выполнил лабораторную работу с ошибками в вычислениях, выводы по работе не показывают сути и результатов выполненной работы;</p> <p>2 балла - выполнена экспериментальная часть работы, выполнена часть необходимых вычислений, отсутствуют выводы;</p> <p>1 балл - выполнена только экспериментальная часть работы, отчет не оформлен;</p> <p>0 баллов - работа не выполнена.</p> | экзамен |
| 14 | 6 | Промежуточная аттестация | Экзаменационная работа | - | 5 | <p>5 баллов выставляется за полное и исчерпывающее ответы на все задания билета;</p> <p>4 балла - выполнены все задания, ответы содержат не принципиальные ошибки и неточности;</p> <p>3 балла - ответы даны с грубыми ошибками;</p> | экзамен |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Щука, А. А. Электроника [Текст] учебное пособие для вузов по направлению 654100 - Электроника и микроэлектроника А. А. Щука. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 739 с. ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Гельман М.В., Хусаинов Р.З., Бычков А.Е. Основы цифровой техники, Челябинск: ЮУрГУ, 2010

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Гельман М.В., Хусаинов Р.З., Бычков А.Е. Основы цифровой техники, Челябинск: ЮУрГУ, 2010

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---------------------------|---|--|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Классическая электроника и наноэлектроника : учебное пособие / А. Н. Игнатов, Н. Е. Фадеева, В. Л. Савиных [и др.]. — 3-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2017. — 728 с. https://e.lanbook.com/book/106860 |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Игнатов, А. Н. Наноэлектроника. Состояние и перспективы развития : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 2-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2017 https://e.lanbook.com/book/106861 |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| | | |
|-------------|---|--|
| Вид занятий | № | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, |
|-------------|---|--|

| | | |
|----------------------|------------|---|
| | ауд. | предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
| Лабораторные занятия | 273 (3) | Напылительная система Torr. Цифровой четырёхзондовый тестер модели ST2258C. Фотометр фотоэлектрический КФК-3. |