

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 21.08.2024 10:06:47  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физические основы электроники

Закреплена за подразделением Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электропривод и автоматика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

|                         |     |  |
|-------------------------|-----|--|
| Часов по учебному плану | 180 | Формы контроля в семестрах:<br>экзамен 4 |
| в том числе:            |     |  |
| аудиторные занятия      | 95  |  |
| самостоятельная работа  | 58  |  |
| часов на контроль       | 27  |  |

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 4 (2.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | УП      | РП  |       |     |
| Неделя                                    | 20      |     | УП    | РП  |
| Вид занятий                               | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 38      | 38  | 38    | 38  |
| Лабораторные                              | 19      | 19  | 19    | 19  |
| Практические                              | 38      | 38  | 38    | 38  |
| Итого ауд.                                | 95      | 95  | 95    | 95  |
| Контактная работа                         | 95      | 95  | 95    | 95  |
| Сам. работа                               | 58      | 58  | 58    | 58  |
| Часы на контроль                          | 27      | 27  | 27    | 27  |
| Итого                                     | 180     | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

*без степени, Ст. препод., Белых Д. В.*

Рабочая программа

**Физические основы электроники**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 13.03.02\_23\_Электроэнергетика и электротехника\_ПрЭПиА.plx  
Электропривод и автоматика, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей  
ОПОП ВО 30.11.2022, протокол № 30

Утверждена в составе ОПОП ВО:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, Электропривод и автоматика, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО  
НИТУ "МИСиС" 30.11.2022, протокол № 30

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 06.03.2024 г., №3

Руководитель подразделения доцент, к.п.н. Мажирин Р.Е.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель изучения дисциплины: усвоение основ физики работы полупроводниковых приборов и структур, их эксплуатационных параметров.   |
| 1.2 | Задачи: сформировать у обучающихся знания о принципах работы современных электронных приборов, об физических явлениях используемых для изготовления полупроводниковых приборов, ознакомить с основными электронными устройствами. |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

| Блок ОП:   |   | Б1.О |
|------------|---|------|
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |      |
| 2.1.1      | Математика  |      |
| 2.1.2      | Физика  |      |
| 2.1.3      | Электротехническое и конструкционное материаловедение   |      |
| 2.1.4      | Аналитическая геометрия и векторная алгебра   |      |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1      | Компьютерное моделирование электроприводов  |      |
| 2.2.2      | Математическое моделирование систем автоматики  |      |
| 2.2.3      | Теория автоматического управления   |      |
| 2.2.4      | Экономика   |      |
| 2.2.5      | Правоведение  |      |
| 2.2.6      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |      |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|  |
|--|
| <b>ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, знания фундаментальных наук при решении профессиональных задач</b>                               |
| <b>Знать:</b>  |
| ОПК-2-31 фундаментальные законы электротехники, лежащие в основе работы полупроводниковых приборов   |
| <b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b> |
| <b>Знать:</b>  |
| УК-2-31 основные принципы и требования системного подхода к решению поставленных задач   |
| <b>ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, знания фундаментальных наук при решении профессиональных задач</b>                               |
| <b>Уметь:</b>  |
| ОПК-2-У1 вести дискуссию по профессиональной тематике, объяснять сущность физических явлений и процессов   |
| <b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b> |
| <b>Уметь:</b>  |
| УК-2-У1 осуществлять поиск, отбор информации, интерпретировать ее для решения поставленных задач, формировать собственные суждения и убедительно обосновать их   |
| <b>ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, знания фундаментальных наук при решении профессиональных задач</b>                               |
| <b>Владеть:</b>  |
| ОПК-2-В1 навыками дискуссии по профессиональной тематике, терминологией в области электроники  |

**УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения**

**Владеть:**

УК-2-В1 навыками сбора, критического анализа и синтеза информации в соответствии с поставленной проблемой

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций                          | Литература и эл. ресурсы                     | Примечание        | КМ  | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|---|--|-------------------|-----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Полупроводниковые диоды</b>   |                |       |   |  |                   |     |                    |
| 1.1         | Свойства электронно-дырочного перехода в равновесном и неравновесном состояниях. Полупроводниковые диоды и их разновидности. Классификация диодов и их обозначения. /Лек/      | 4              | 4     | УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1<br>ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |                   |     |                    |
| 1.2         | Выпрямительные диоды (особенности кремниевых и германиевых диодов, диоды на основе барьера Шоттки). Стабилитроны и стабилитроны. /Лек/   | 4              | 4     | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1            | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |                   |     |                    |
| 1.3         | Расчет характеристик схем выпрямления на полупроводниковых диодах. /Пр/  | 4              | 8     | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1            | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4  |                   |     |                    |
| 1.4         | Однофазный неуправляемый выпрямитель /Лаб/   | 4              | 6     | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1            | Л1.1Л2.2Л3.2 Л3.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4             | Групповое занятие | КМ1 | Р1                 |
| 1.5         | Изучение характеристик р-п перехода и полупроводниковых диодов. /Ср/   | 4              | 10    | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1            | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4         |                   | КМ1 | Р1                 |
|             | <b>Раздел 2. Биполярные транзисторы</b>  |                |       |   |  |                   |     |                    |
| 2.1         | Структура и основные режимы биполярных транзисторов. Принцип работы транзистора как усилительного элемента. Основные схемы включения и их свойства. /Лек/                      | 4              | 2     | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1            | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                   |     |                    |
| 2.2         | Токи в структуре транзистора и их взаимосвязь. Распределение носителей в структуре транзистора в различных режимах, особенности инверсного включения и режима насыщения. /Лек/ | 4              | 2     | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1            | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                   |     |                    |

|                            |  |   |    |  |   |                   |     |    |  |
|----------------------------|--|---|----|--|---|-------------------|-----|----|--|
| 2.3                        | Физические параметры транзистора и схемы замещения на их основе. Факторы, влияющие на усилительные свойства транзистора. Системы дифференциальных параметров транзисторов. /Лек/   | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4        |                   |     |    |  |
| 2.4                        | Динамические свойства биполярных транзисторов. Частотные характеристики транзисторов в схемах включения с общей базой и с общим эмиттером. Моделирование транзисторов. Классификация и система условных обозначений. /Лек/   | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4        |                   |     |    |  |
| 2.5                        | Расчет статических характеристик транзисторов /Пр/   | 4 | 4  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | Групповое занятие |     |    |  |
| 2.6                        | Расчет усилительных каскадов на биполярных транзисторах. /Пр/  | 4 | 6  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | Групповое занятие |     |    |  |
| 2.7                        | Исследование характеристик биполярных транзисторов /Лаб/   | 4 | 5  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.2Л3.2<br>Л3.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4                 | Групповое занятие |     |    |  |
| 2.8                        | Изучение характеристик биполярных транзисторов. /Ср/   | 4 | 10 | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                     |                   | КМ2 | Р2 |  |
| <b>Раздел 3. Тиристоры</b> |  |   |    |  |   |                   |     |    |  |
| 3.1                        | Тиристоры: область применения и разновидности тиристоров; структура, свойства и основные параметры; принцип действия, процесс включения на примере транзисторной модели; динамические процессы в тиристорах; критические скорости нарастания анодного тока и напряжения (эффект $du/dt$ ). /Лек/ | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |                   |     |    |  |
| 3.2                        | Симметричные тиристоры (симисторы). Полностью управляемые тиристоры. /Лек/   | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                     |                   |     |    |  |
| 3.3                        | Исследование тиристоров /Лаб/  | 4 | 4  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4                                 | Групповое занятие | КМ3 | Р3 |  |
| 3.4                        | Изучение характеристик полупроводниковых тиристоров /Ср/   | 4 | 10 | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4                                 |                   | КМ3 | Р3 |  |

|      |  |   |    |  |  |                   |     |       |
|------|--|---|----|--|--|-------------------|-----|-------|
|      | <b>Раздел 4. Полевые транзисторы</b>   |   |    |  |  |                   |     |       |
| 4.1  | Классификация полевых транзисторов. Принцип работы и характеристики полевых транзисторов с управляющим р-п – переходом (р-п – затвором). /Лек/ | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                  |                   |     |       |
| 4.2  | Принцип работы, характеристики и параметры МДП-транзисторов. /Лек/   | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                  |                   |     |       |
| 4.3  | Усилительные каскады на полевых транзисторах. Схемы включения. Статические и динамические характеристики. /Лек/                                | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                  |                   |     |       |
| 4.4  | Работа полевых транзисторов в ключевом режиме. Динамические характеристики. Потери на переключение. /Лек/                                      | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4                          |                   |     |       |
| 4.5  | Биполярные транзисторы с изолированным затвором. Устройство, принцип работы и основные характеристики. Преимущества и недостатки. /Лек/        | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4                          |                   |     |       |
| 4.6  | Расчет статических характеристик полевых транзисторов. /Пр/  | 4 | 4  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                     | Групповое занятие |     |       |
| 4.7  | Расчет усилительных каскадов на полевых транзисторах. /Пр/   | 4 | 8  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                     |                   |     |       |
| 4.8  | Однокаскадный усилитель /Лаб/  | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4                 | Групповое занятие |     |       |
| 4.9  | Выполнение контрольной (домашней) работы /Ср/  | 4 | 12 | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.2Л3.1<br>Л3.3 Л3.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4                 |                   | КМ4 | Р4,Р6 |
| 4.10 | Двухкаскадный усилитель с обратной связью на транзисторах /Лаб/  | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3Л3.2<br>Л3.3 Л3.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                   | КМ5 | Р5,Р6 |
|      | <b>Раздел 5. Оптоэлектронные приборы</b>   |   |    |  |  |                   |     |       |
| 5.1  | Полупроводниковые излучатели и фотоприемники. Физические основы работы полупроводниковых излучателей и основные параметры излучения. /Лек/     | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                  |                   |     | Р6    |

|     |  |   |    |   |  |  |     |    |
|-----|--|---|----|---|--|--|-----|----|
| 5.2 | Светодиоды: основные характеристики и параметры.<br>Полупроводниковые лазеры: особенности структуры, принцип работы и характеристики /Лек/   | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1<br>ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                                  |  |     | Р6 |
| 5.3 | Физические процессы в полупроводниковых фотоприемниках.<br>Фотоэффект в р-п – переходе. Характеристики и режимы работы фотодиодов. /Лек/   | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1<br>ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                                  |  |     | Р6 |
| 5.4 | Принцип работы и характеристики фототранзисторов.<br>Фототиристоры.<br>Оптоэлектронные пары.<br>Разновидности и основные характеристики. Приборы в внешнем фотоэффектом.<br>Приборы в внутреннем фотоэффектом. /Лек/ | 4 | 2  | УК-2-31 УК-2-У1<br>ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                                  |  |     | Р6 |
| 5.5 | Расчет схем с оптоэлектронными приборами /Пр/  | 4 | 8  | УК-2-31 УК-2-У1<br>ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4  |  | КМ6 |    |
| 5.6 | Подготовка и проведение экзамена /Ср/  | 4 | 16 | УК-2-31 УК-2-У1<br>ОПК-2-31<br>ОПК-2-У1<br>ОПК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  | КМ6 |    |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие   | Проверяемые индикаторы компетенций                 | Вопросы для подготовки  |
|--------|---|--|---|
| КМ1    | Коллоквиум №1 "Однофазный неуправляемый выпрямитель"              | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | 1. Назначение и основные характеристики сглаживающих фильтров.<br>2. Двухполупериодный неуправляемый выпрямитель с выводом средней точки вторичной обмотки трансформатора.<br>3. Внешняя характеристика неуправляемых выпрямителей (без фильтра и с С-фильтром)<br>4. Выпрямительный диод и структурная схема неуправляемого выпрямителя.<br>5. Однополупериодный неуправляемый выпрямитель. Схема, диаграммы работы, основные расчетные соотношения. |
| КМ2    | Коллоквиум №2"Исследование характеристик биполярных транзисторов" | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | 1. Устройство и принцип работы биполярного транзистора.<br>2. Схема замещения биполярного транзистора в режиме малого сигнала и определение по ней основных параметров усилителя.<br>3. h-параметры биполярного транзистора. Физический смысл и способ определения по входным и выходным ВАХ.<br>4. Вольт-амперные характеристики и основные режимы работы биполярных транзисторов.   |

|     |  |  |  |
|-----|--|--|--|
| КМ3 | Коллоквиум №3<br>"Исследование тиристоров"                                   | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тиристоры, классификация тиристоров, принцип действия, характеристики.</li> <li>2. Электронно-дырочный переход, образование структуры и свойства.</li> <li>3. Физические явления в P-N структуре при воздействии прямого и обратного напряжения.</li> <li>4. Обратное подключение P-N-перехода</li> </ol>  |
| КМ4 | Коллоквиум №4<br>"Однокаскадный усилитель"                                   | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные схемы цепей смещения для однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе. Расчетные соотношения для определения сопротивлений цепей смещения.</li> <li>2. Назначение элементов и принцип работы однокаскадного усилителя с общим эмиттером.</li> <li>3. Амплитудно-частотная характеристика однокаскадного усилителя.</li> <li>4. Принцип температурной стабилизации точки покоя транзистора в схеме эмиттерной стабилизации.</li> </ol> |
| КМ5 | Коллоквиум №5<br>"Двухкаскадный усилитель с обратной связью на транзисторах" | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дифференциальный каскад: принцип работы ДК, роль ООС/І в ДК. Реакция каскада на воздействие синфазных и асинфазных сигналов, поступающих на входы ДК.</li> <li>2. Типовая схема дифференциального каскада: принцип работы ДК структуре с динамической нагрузкой и узлом термостабилизации.</li> <li>3. Отражатели тока. Принцип работы. Типовая схема ОТ, масштабирование токов в ОТ.</li> </ol>   |



|   |                 |  |   |
|---|-----------------|--|---|
| КМ6   | Экзамен         | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | <p>Вопросы к экзамену: 1. Резисторы. Классификация, основные характеристики и способы маркировки. Терморезисторы, варисторы. 2. Конденсаторы. Классификация, основные характеристики и способы маркировки. Вариконды и варикапы. 3. Индуктивные компоненты электронных устройств. Классификация и основные параметры. 4. Полупроводниковые диоды. Классификация, принцип действия, основные характеристики. Стабилитроны. 5. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Вольт-амперные и динамические характеристики биполярных транзисторов. 6. Основные режимы работы биполярного транзистора. Укажите полярность напряжений база-эмиттер и коллектор-эмиттер при работе транзистора в линейном режиме, режиме отсечки и насыщения для транзисторов типа р-п-р и п-р-п. 7. h-параметры биполярного транзистора. Физический смысл и способ определения по входным и выходным ВАХ. Схема замещения биполярного транзистора в режиме малого сигнала. 8. Устройство и принцип действия полевых транзисторов. Транзисторы с изолированным затвором (с индуцированным и встроенным каналом) и с управляющим р-п переходом. Вольт-амперные характеристики полевых транзисторов. 9. Устройство и принцип действия динистора и тиристора. Транзисторная модель тиристора. Вольт-амперные характеристики и основные параметры тиристоров. 10. Устройство и принцип действия биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT). Вольт-амперные, динамические характеристики и основные параметры транзисторов IGBT. 11. Обеспечение линейного режима работы транзистора в усилителях. Цепи смещения в схемах усилителей на транзисторах. 12. Какие схемы включения транзисторов вы знаете? В чем достоинства и недостатки каждой схемы? 13. Назначение элементов в схеме и принцип работы однокаскадного усилителя с общим эмиттером? 14. Схема замещения и определение основных характеристик однокаскадного усилителя? 15. Почему усилительный каскад с общим эмиттером плохо согласуется с высокоомным источником сигнала и низкоомной нагрузкой? 16. Амплитудная характеристика однокаскадного усилителя с общим эмиттером. 17. Чем определяется вид амплитудно-частотной характеристики усилителя? 18. Принцип температурной стабилизации точки покоя транзистора в схеме эмиттерной стабилизации. 19. Усилители мощности на биполярных транзисторах. Эмиттерный повторитель в качестве усилителя мощности. Двухтактный усилитель мощности. 20. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Схемы с общим истоком и общим стоком, основные характеристики. Обеспечение линейного режима работы усилителей на полевых транзисторах с помощью цепей смещения. 21. Как определить h – параметры транзисторов? 22. Почему исследуемая обратная связь является отрицательной? 23. Чем объясняются различия в величинах коэффициентов усиления, полученных экспериментально и расчетным путем? 24. Полупроводниковый диод. Основные характеристики. Свойства. 25. Схема замещения биполярного транзистора в режиме малого сигнала и определение по ней основных параметров усилителя. 26. Вольт-амперные характеристики и основные режимы работы биполярных транзисторов. 27. Назначение элементов и принцип работы однокаскадного усилителя с общим эмиттером. 28. Охарактеризуйте физическую модель р-п перехода при прямом и обратном включении. 29. Какие параметры диодов относятся к эксплуатационным, а какие к предельным? 30. Внешняя характеристика неуправляемых выпрямителей.</p> |
| <b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b> |                 |  |   |
| Код работы  | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций                 | Содержание работы   |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| P1 | Лабораторная работа №1 "Однофазный неуправляемый выпрямитель"                      | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | <p>1 Чему равна частота основной гармоники выпрямленного напряжения для однополупериодного выпрямителя, двухполупериодного с вы-водом средней точки и мостового?</p> <p>2 Как изменится напряжение на сопротивлении нагрузки, если параллельно ему включить конденсатор достаточно большой емкости?</p> <p>3 Как изменится амплитуда пульсаций выпрямленного напряжения если емкость конденсатора фильтра увеличить в два раза?</p> <p>4 Как изменится обратное напряжение, приложенное к запертому диоду в однополупериодной схеме выпрямления, при включении конденсатора параллельно сопротивлению нагрузки?</p> <p>5 Чему будет равен коэффициент сглаживания фильтра, представляющего собой последовательное соединение двух Г-образных фильтров с коэффициентами сглаживания <math>q_1</math> и <math>q_2</math>?</p> <p>6 Чем определяется наклон внешней характеристики выпрямителя?</p> <p>7 Чему равно напряжение холостого хода (при ) однополупериодного выпрямителя без фильтра, с емкостным и индуктивным фильтром?</p> |
| P2 | Лабораторная работа №2 "Исследование характеристик биполярных транзисторов"        | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | <p>1 Устройство и принцип действия биполярного транзистора.</p> <p>2 Основные режимы работы биполярного транзистора.</p> <p>3 Укажите полярность напряжений база-эмиттер и коллектор-эмиттер при работе транзистора в линейном режиме для транзисторов ти-па р-п-р и п-р-п.</p> <p>4 Вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов.</p> <p>5 h-параметры биполярного транзистора. Физический смысл и способ определения по входным и выходным ВАХ.</p> <p>6 Схема замещения биполярного транзистора в режиме малого сигнала.</p> <p>7 Для чего служат цепи смещения в схемах усилителей на транзисторах.</p>  |
| P3 | Лабораторная работа №3 "Исследование тиристорных"                                  | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | <p>1 Структура и принцип действия тиристора?</p> <p>2 Способы включения тиристора?</p> <p>3 Способы выключения тиристора?</p> <p>4 ВАХ и основные параметры тиристора?</p> <p>5 Каким образом проводится настройка тиристора в программе MicroCap?</p> <p>6 Какие основные параметры тиристора вы знаете?</p> <p>7 Какая зависимость между напряжением включения и током управления?</p>  |
| P4 | Лабораторная работа №4 "Однокаскадный усилитель"                                   | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | <p>1. Какие схемы включения транзисторов вы знаете? В чем достоинства и недостатки каждой схемы?</p> <p>2. Назовите основные характеристики усилителей?</p> <p>3. Назначение элементов в схеме однокаскадного усилителя с общим эмиттером?</p> <p>4. Опишите принцип работы однокаскадного усилителя с общим эмиттером?</p> <p>5. Схема замещения и определение основных характеристик однокаскадного усилителя?</p> <p>6. Почему усилительный каскад с общим эмиттером плохо согласуется с высокоомным источником сигнала и низкоомной нагрузкой?</p> <p>7. Амплитудная характеристика однокаскадного усилителя с общим эмиттером.</p> <p>8. Чем определяется вид амплитудно-частотной характеристики усилителя?</p> <p>9. Принцип температурной стабилизации точки покоя транзистора в схеме эмиттерной стабилизации.</p>   |
| P5 | Лабораторная работа №5 "Двухкаскадный усилитель с обратной связью на транзисторах" | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | <p>1. Как определить h – параметры транзисторов?</p> <p>2. Почему исследуемая обратная связь является отрицательной?</p> <p>3. Чем объясняются различия в величинах коэффициентов усиления, полученных экспериментально и расчетным путем?</p> <p>4. Как определить полосу пропускания исследуемого усилителя?</p> <p>5. Каким образом определяется вид и тип исследуемой ООС?</p> <p>6. Для чего в схему усилителя необходимо включить источник постоянного напряжения?</p> <p>7. Как по имеющейся АЧХ усилителя построить ЛАЧХ?</p>   |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| Р6 | Контрольная (домашняя) работа "Исследование полупроводниковых приборов" | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1 | Задача №1 Расчет идеализированного кремниевого диода<br>Задача №2 Расчет стабилитрона<br>Задача №3 Расчет усилительного каскада<br>Задача №4 Расчет транзистора<br>Задача №5 Расчет инвертирующего и неинвертирующего усилителя |
|----|---|--|---|

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Новотроицкий филиал  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет  
«МИСИС»

Кафедра Электроэнергетики и электротехники

Дисциплина: «Электротехническое и конструкционное материаловедение»  
Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

1. Резисторы. Классификация, основные характеристики и способы маркировки. Терморезисторы, варисторы.
2. Конденсаторы. Классификация, основные характеристики и способы маркировки

Составил: ст. преподаватель \_\_\_\_\_ Д.В. Белых

Зав. кафедрой ЭиЭ: \_\_\_\_\_ Р.Е. Мажирина

Дистанционно экзамен может проводиться в электронной среде. Тест содержит 30 заданий. На решение отводится 60 минут. Разрешенные попытки - одна.

Образец заданий для зачета с оценкой, проводимого дистанционно в электронной среде:

1. К веществам, удельное сопротивление которых при комнатной температуре лежит в пределах от  $10^{-4}$  до  $10^{10}$  Ом·см, принято относить
  - 1) проводники;
  - 2) полупроводники;
  - 3) изоляторы;
  - 4) диэлектрики.

2. К веществам, удельное сопротивление которых при комнатной температуре более  $10^{10}$  Ом·см, принято относить
  - 1) проводники;
  - 2) полупроводники;
  - 3) диэлектрики;
  - 4) металлы.

3. К веществам, удельное сопротивление которых при комнатной температуре менее  $10^{-4}$  Ом·см, принято относить
  - 1) проводники;
  - 2) полупроводники;
  - 3) диэлектрики;
  - 4) изоляторы.

4. Какой класс веществ составляет основу современной электроники?
  - 1) проводники;
  - 2) полупроводники;
  - 3) диэлектрики;
  - 4) аморфные тела.

5. А – Если все звенья в молекуле идентичны, то она обладает строгой периодичностью в одном направлении. В – Расположение частиц в кристаллическом веществе не является упорядоченным, а носит хаотичный характер. Выберите верное утверждение.

- 1) Верно только А;
- 2) Верно только В;
- 3) Оба утверждения верны;
- 4) Оба утверждения неверны.

6. Твёрдые тела с упорядоченным внутренним строением на уровне атомов и молекул, т.е. тела, обладающие трехмерно-периодической атомной структурой и имеющие вследствие этого при определённых условиях форму многогранника, называются

- 1) кристаллами;

- 2) полимерными веществами;
  - 3) аморфными телами;
  - 4) веществами дальнего порядка.
7. Тип связи, которая осуществляется взаимодействием свободных электронов и положительно заряженных атомов ядер, называется
- 1) ионная;
  - 2) ковалентная;
  - 3) металлическая;
  - 4) Ван-дер-ваальсова связь.
8. Тип связи, которая осуществляется силами электростатического взаимодействия между положительными и отрицательными ионами, называется
- 1) ионная;
  - 2) ковалентная;
  - 3) металлическая;
  - 4) Ван-дер-ваальсова связь.
9. Тип связи, которая осуществляется взаимодействием молекул как слабо заряженных диполей, называется
- 1) ионная;
  - 2) ковалентная;
  - 3) металлическая;
  - 4) Ван-дер-ваальсова связь.
10. Тип связи, которая осуществляется с помощью спаренных (обобществленных) электронов, называется
- 1) ионная;
  - 2) ковалентная;
  - 3) металлическая;
  - 4) Ван-дер-ваальсова связь.
11. Дефекты, которые возникают при механических, тепловых и электромагнитных воздействиях на кристалл, называются
- 1) динамическими;
  - 2) статическими;
  - 3) примесями;
  - 4) дефектами по Френкелю и Шоттки.
12. Дефекты, которые обусловлены появлением вакансий вследствие неравномерности распределения энергии между атомами твёрдого тела, называются
- 1) динамическими;
  - 2) статическими;
  - 3) примесями;
  - 4) дефектами по Френкелю и Шоттки.
13. Дефекты, которые внедряются в промежутки между атомами кристалла или замещают часть этих атомов, называются
- 1) динамическими;
  - 2) статическими;
  - 3) примесями; 4) дефектами по Френкелю и Шоттки.
14. А – Согласно теории Бора, энергия атомов и молекул может принимать только дискретный ряд значений. В – Теория Бора гласит, что излучение или поглощение электромагнитных волн при переходе атома из одного стационарного состояния в другое всегда происходит целыми квантами. Выберите верное утверждение.
- 1) Верно только А;
  - 2) Верно только В;
  - 3) Оба утверждения верны;
  - 4) Оба утверждения неверны.
16. Квазичастица, представляющая собой незаполненное электронное состояние (вакансию) в валентной зоне полупроводника, называется
- 1) полярон;
  - 2) примесь;
  - 3) полость;
  - 4) дырка.
17. Беспримесный и бездефектный полупроводник с идеальной кристаллической решеткой называют
- 1) замкнутым полупроводником;
  - 2) локальным полупроводником;
  - 3) свободным полупроводником;
  - 4) собственным полупроводником.

18. Сопротивление полупроводника при повышении температуры
- 1) увеличивается;
  - 2) уменьшается;
  - 3) практически не изменяется;
  - 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться.
19. При увеличении расстояния между обкладками конденсатора его электрическая емкость
- 1) увеличивается;
  - 2) уменьшается;
  - 3) практически не изменяется;
  - 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться.
20. Конденсатор не проводит
- 1) постоянный ток;
  - 2) переменный ток;
  - 3) не проводит никакой ток;
  - 4) проводит оба типа токов.
21. Емкостное сопротивление конденсатора находится по формуле
- 1)  $X_c = 2\pi f$ ;
  - 2)  $X_c = \omega C$ ;
  - 3)  $X_c = 1/(2\pi f C)$ ;
  - 4) Среди вариантов 1-3 нет правильного.
22. При последовательном соединении конденсаторов их суммарная емкость
- 1) увеличивается;
  - 2) уменьшается;
  - 3) практически не изменяется;
  - 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться.
23. Увеличение активного сопротивления обмотки катушки индуктивности
- 1) увеличивает добротность этой катушки индуктивности;
  - 2) уменьшает добротность этой катушки индуктивности;
  - 3) не влияет на добротность катушки;
  - 4) уменьшает реактивное сопротивление обмотки.
24. Начало обмотки катушки индуктивности на схеме обозначается
- 1) буквой «L»;
  - 2) буквой «H»;
  - 3) точкой;
  - 4) стрелкой.
25. Анод это
- 1) вывод тиристора со знаком «+»;
  - 2) вывод тиристора со знаком «-»;
  - 3) управляющий вывод тиристора;
  - 4) закрывающий вывод тиристора.
26. Какой из указанных полупроводниковых приборов работает на прямой ветви вольтамперной характеристики (ВАХ)?
- 1) тиристор;
  - 2) варикап;
  - 3) стабилитрон;
  - 4) фотодиод.
27. Токи в биполярном p-n-p транзисторе связаны выражением
- 1)  $I_b = I_e + I_k$ ;
  - 2)  $I_k = I_b + I_e$ ;
  - 3)  $I_e = I_b - I_k$ ;
  - 4)  $I_e = I_b + I_k$ .
28. Какая схема включения биполярного транзистора одновременно дает усиление по току и по напряжению?
- 1) ОБ;
  - 2) ОЭ;
  - 3) ОК;
  - 4) ни один из вариантов.
29. Какая схема включения биполярного транзистора называется эмиттерным повторителем?
- 1) ОБ;

- 2) ОЭ;  
3) ОК;  
4) ни один из вариантов.

30. Управление током через полевой транзистор происходит благодаря

- 1) подаче на переход затвор-истока прямого напряжения;  
2) увеличению концентрации неосновных носителей стока;  
3) большой величине входного сопротивления;  
4) изменению толщины обедненного слоя за счёт изменения напряжения затвор-истока.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

При оценке результатов выполнения контрольной (домашней) работы используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

| Результат оценивания | Критерии оценки   |
|----------------------|---|
| «зачтено»:           | Выполнены все задания контрольной работы, либо допущены незначительные ошибки при выполнении. |
| «не зачтено»:        | Студент не выполнил или выполнил неправильно задания контрольной (домашней) работы.           |

При оценке результатов защиты отчетов по лабораторным работам используется бинарная система («зачтено» / «не зачтено»), которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

- «зачтено» - Выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы.  
«не зачтено» - Студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

При поведении экзамена в письменной форме критериями оценки являются

- «Отлично»: Все вопросы билета изложены полно (в рамках программы курса или лекционного курса) и точно. Способность самостоятельно мыслить, ясно и последовательно излагать содержание ответа, умение обобщать материал, делать выводы. Правильные ответы на дополнительные (проверочные) вопросы в рамках билета. Подробное изложение основных положений ответа в Листе устного опроса.  
«Хорошо»: Все вопросы в целом раскрыты, но изложены недостаточно полно (не менее, чем на 80 – 90 %), либо в ответе содержатся неточности (в именах, хронологии, в названии термина при понимании его сути и т.д.). Наличие достаточно подробных записей в Листе устного опроса.  
«Удовлетворительно»: Изложение каждого вопроса в не менее, чем на 60 %, грубые ошибки в периодизациях, классификациях, трактовке основных понятий и т.д. Незнание одного из вопросов может быть компенсировано другим вопросом (на усмотрение преподавателя) при соответствующей записи в Листе устного опроса. Непоследовательное изложение материала, неумение делать выводы.  
«Неудовлетворительно»: Отсутствие записей в Листе устного опроса, отказ от ответа, подмена одного вопроса другим, наличие шпаргалки. Изложение вопросов менее, чем на 60 %. Незнание основных понятий и положений темы. Неспособность связно изложить материал.

При поведении экзамена в дистанционно в электронном ресурсе критериями оценки являются:

- «Отлично»: Получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время  
«Хорошо»: Получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время  
«Удовлетворительно»: Получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие                                       | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес  |
|------|---------------------|--|------------|---|
| Л1.1 | В.В. Умрихин        | Физические основы электроники: Учебное пособие |            | М.: ИНФРА-М, 2012,  |
| Л1.2 | Федоров С.В         | Электроника : учебник                          |            | Оренбург: ОГУ, 2015,<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438991(05.04.2019)">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438991(05.04.2019)</a> |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители       | Заглавие   | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес |
|------|---------------------------|--|------------|------------------------------|
| Л2.1 | Г.Г.Рекус, А.И.Белюсов    | Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники |            | М.: Высш. шк., 2001,         |
| Л2.2 | О.С.Малахов, А.А.Радионон | Схемотехника цифровых электронных устройств: Учеб. пособие         |            | Магнитогорск: МГТУ, 2012,    |

|      | Авторы, составители | Заглавие   | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес   |
|------|---------------------|--|------------|--|
| Л2.3 | Игумнов В.Н         | Физические основы микроэлектроники : Учебное пособие |            | М.:Директ-Медиа, 2014, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271708">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271708</a> |

### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители        | Заглавие  | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес   |
|------|----------------------------|---|------------|--|
| Л3.1 | М.Н. Давыдкин, С.Н. Басков | Расчет однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах: Методические указания по выполнению контрольной работы        |            | НФ НИТУ "МИСиС", 2014, <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>   |
| Л3.2 | В.Р. Гасияров              | Физические основы электроники: Лабораторный практикум   |            | НФ НИТУ "МИСиС", 2014, <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>   |
| Л3.3 | Гасияров В.Р.              | Расчет простейших электронных приборов и устройств: Учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы |            | НФ НИТУ "МИСиС", 2014, <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>   |
| Л3.4 | Лицин К.В., Белых Д.В.     | Физические основы электроники: Лабораторный практикум   |            | НФ НИТУ МИСиС, 2019, <a href="http://nf.misis.ru">http://nf.misis.ru</a> ; <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a> |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |  |  |
|----|--|--|
| Э1 | Физические основы электроники                            | <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>      |
| Э2 | КиберЛенинка   | <a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a> |
| Э3 | НФ НИТУ МИСиС  | <a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>         |
| Э4 | Кафедра электроэнергетики и электротехники НФ НИТУ МИСиС | <a href="http://kafedra-ee.ru/">http://kafedra-ee.ru/</a>    |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |   |
|-----|---|
| П.1 | Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual |
| П.2 | Micro-Cap 10 Evaluation                     |
| П.3 | Microsoft Teams                             |
| П.4 | Zoom  |
| П.5 | MATLAB & Simulink                           |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | <a href="http://техэксперт.рус/">http://техэксперт.рус/</a> - «Техэксперт» (профессиональные справочные системы)           |
| И.2 | <a href="https://online-electric.ru/dbase.php">https://online-electric.ru/dbase.php</a> - Онлайн электрик: база данных     |
| И.3 | <a href="http://journals.ioffe.ru/journals/2">http://journals.ioffe.ru/journals/2</a> - "Физика и техника полупроводников" |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение   | Оснащение   |
|------|--|---|
| 139  | Учебная лаборатория (компьютерный класс) Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся | Комплект учебной мебели на 24 места для обучающихся, 12 стационарных компьютеров для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя (все с выходом в интернет), проектор, экран настенный, коммутатор, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, колонки, доступ к ЭИОС Университета МИСиС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web. |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: - аудиторная; - внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя. Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимся инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует

наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т. п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online (работа в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначена для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.) и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Возможно проведение синхронной работы со студентами с использованием Microsoft Teams или Zoom. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.