**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию

в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования

Республики Беларусь

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Регистрационный № ТД-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/тип.

**электропитаниЕ объектов и УСТРОЙСТВ ИНФОкоммуникаЦИй**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине**

**для специальностей:**

**1-45 01 02 Инфокоммуникационные системы (по направлениям)**

**1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях**

|  |  |
| --- | --- |
| **СОГЛАСОВАНО**  Председатель Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.А. Богуш  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | **СОГЛАСОВАНО**  Начальник Главного управления профессионального образования Министерства образования  Республики Беларусь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | **СОГЛАСОВАНО**  Проректор по научно-методической работе Государственного учреждения образования «Республиканский  институт высшей школы»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.В. Титович  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | Эксперт-нормоконтролер  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

Минск 2023

**СоставителИ:**

Е.С.Белоусова, доцент кафедры защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

Г.А.Пухир, старший преподаватель кафедры защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

**Рецензенты:**

Кафедра информационно-измерительной техники и технологии Белорусского национального технического университета (протокол № 6 от 13.12.2022);

А.А.Казека, начальник сектора ТО5/2 открытого акционерного общества «КБ Радар» – управляющая компания холдинга «Системы радиолокации», кандидат технических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 7 от 22.11.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_);

Научно-методическим советом по информационной безопасности Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 4 от 05.12.2022);

Научно-методическим советом по системам и сетям инфокоммуникаций Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 8 от 19.12.2022)

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

**Пояснительная записка**

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Электропитание объектов и устройств инфокоммуникаций» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-45 01 02 Инфокоммуникационные системы (по направлениям), 1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени и типовых учебных планов вышеуказанных специальностей.

Актуальность изучения учебной дисциплины определяется тем, что источники электропитания являются неотъемлемой частью всех инфокоммуникационных систем. Источники электропитания в значительной мере определяют технико-экономические показатели аппаратуры в целом, поэтому оптимизация схемотехнических и конструкторских решений источников электропитания обеспечивает повышение качественных показателей систем, в которых они используются.

Овладение техникой анализа, проектирования и технического обслуживания устройств электропитания является необходимым условием подготовки инженера по инфокоммуникационным системам.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: освоение основ построения и функционирования типовых блоков и устройств систем электропитания, методов моделирования и проектирования этих блоков и устройств, в том числе с использованием ПЭВМ.

Задачи учебной дисциплины:

изучение принципов построения систем электропитания и их отдельных устройств;

освоение методов моделирования и проектирования устройств систем электропитания;

приобретение навыков применения приемов экспериментального исследования параметров устройств электропитания;

приобретение навыков формулировки технических требований к системам и устройствам электропитания.

Базовыми учебными дисциплинами для учебной дисциплины «Электропитание объектов и устройств инфокоммуникаций» являются «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Физика».В свою очередь учебная дисциплина «Электропитание объектов и устройств инфокоммуникаций» является базой для развития навыков проектирования и технического обслуживания устройств электропитания необходимых для поддержания деятельности систем инфокоммуникаций.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Электропитание объектов и устройств инфокоммуникаций» формируется следующая базовая профессиональная компетенция:

*для специальности 1-45 01 02 Инфокоммуникационные системы (по направлениям):* осуществлять расчет параметров устройств электропитания, определять оптимальные режимы их работы

*для специальности 1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях:* осуществлять расчет параметров устройств электропитания устройств инфокоммуникаций, определять оптимальные режимы их работы.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

*знать:*

принципы построения устройств электропитания систем инфокоммуникаций;

основные проблемы и задачи при разработке и эксплуатации устройств электропитания в инфокоммуникационных системах;

типовые схемы каскадов в устройствах электропитания инфокоммуникаций, методы их анализа и моделирования;

*уметь:*

характеризовать особенности построения устройств электропитания систем инфокоммуникаций различного назначения;

анализировать тенденции развития техники электропитания в инфокоммуникациях;

анализировать структурные и принципиальные схемы типовых блоков устройств электропитания инфокоммуникаций;

производить расчеты параметров устройств электропитания инфокоммуникаций, определять оптимальные режимы их работы;

*владеть:*

навыками выбора устройств электропитания для инфокоммуникационных систем различного назначения;

навыками компьютерного моделирования устройств электропитания инфокоммуникаций.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Электропитание объектов и устройств инфокоммуникаций» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Типовая учебная программа рассчитана на 108 учебных часов, из них – 48 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 16 часов

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

| Наименование раздела, темы | Всего аудиторных часов | Лекции | Лабораторные занятия |
| --- | --- | --- | --- |
| **Раздел 1. Трансформаторы и выпрямители** | **14** | **10** | **4** |
| Тема 1. Устройство трансформаторов. Режим холостого хода | 2 | 2 | - |
| Тема 2. Рабочий режим трансформатора | 2 | 2 | - |
| Тема 3. Многообмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, широкополосные трансформаторы | 2 | 2 | - |
| Тема 4. Электрические вентили. Однофазные выпрямители | 4 | 2 | 2 |
| Тема 5. Многофазные выпрямители. Сглаживающие фильтры | 4 | 2 | 2 |
| **Раздел 2. Регуляторы, инверторы и стабилизаторы напряжения и тока** | **24** | **12** | **12** |
| Тема 6. Регулирование и стабилизация напряжения и тока | 6 | 2 | 4 |
| Тема 7. Параметрические стабилизаторы напряжения и тока | 4 | 2 | 2 |
| Тема 8. Компенсационные стабилизаторы постоянного напряжения и тока с непрерывным регулированием | 4 | 2 | 2 |
| Тема 9. Компенсационные стабилизаторы постоянного напряжения и тока с импульсным регулированием | 6 | 2 | 4 |
| Тема 10. Преобразователи и инверторы напряжения | 2 | 2 | - |
| Тема 11. Стабилизаторы и регуляторы переменного напряжения и тока | 2 | 2 | - |
| **Раздел 3. Системы электропитания устройств инфокоммуникаций** | **10** | **10** | **-** |
| Тема 12. Системы электропитания стационарной аппаратуры инфокоммуникаций | 4 | 4 | - |
| Тема 13. Первичные источники электропитания | 2 | 2 | - |
| Тема 14. Системы электропитания мобильной аппаратуры инфокоммуникаций | 2 | 2 | - |
| Тема 15. Применение вычислительной техники при проектировании источников вторичного электропитания | 2 | 2 | - |
| **Итого:** | **48** | **32** | **16** |

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Раздел 1. ТРАНСФОРМАТОРЫ И ВЫПРЯМИТЕЛИ

Тема 1. УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРОВ. РЕЖИМ ХОЛОСТОГО ХОДА

Назначение и устройство трансформаторов, их классификация. Виды магнитных сердечников и обмоток трансформаторов. Режимы работы. Эквивалентная схема и векторная диаграмма работы трансформатора в режиме холостого хода.

Тема 2. РАБОЧИЙ РЕЖИМ ТРАНСФОРМАТОРА

Уравнение равновесия намагничивающих сил. Математическая модель трансформатора. Операция приведения. Эквивалентная схема трансформатора в рабочем режиме. Векторные диаграммы при различных видах нагрузки. Опыт короткого замыкания и холостого хода. Формула габаритной мощности. КПД и нагрузочная характеристика.

Тема 3. МНОГООБМОТОЧНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ, АВТОТРАНСФОРМАТОРЫ, ШИРОКОПОЛОСНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Конструкции автотрансформаторов и многообмоточных однофазных трансформаторов и их параметры. Особенности построения 3-х фазных трансформаторов. Работа трансформатора в широком диапазоне частот. Эквивалентная схема и частотные характеристики импульсного трансформатора. Особенности работы импульсного трансформатора.

Тема 4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЕНТИЛИ. ОДНОФАЗНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

Управляемые и неуправляемые электрические вентили, параметры вентилей, параллельные и последовательные соединения вентилей. Классификация схем выпрямления. Однополупериодные выпрямители. Основные расчетные соотношения. Двухполупериодные выпрямители. Основные соотношения. Выпрямители с умножением напряжения.

Тема 5. МНОГОФАЗНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ. СГЛАЖИВАЮЩИЕ ФИЛЬТРЫ

Работа многофазного выпрямителя на активную нагрузку. Методы расчета выпрямителя при работе на нагрузку емкостного и индуктивного характера. Выпрямительные устройства для сетей трехфазного тока (схемы Миткевича и Ларионова).

Назначение и основные параметры сглаживающих фильтров. Схемы пассивных и активных сглаживающих фильтров, их принцип действия. Расчет коэффициентов сглаживания фильтров.

Раздел 2. РЕГУЛЯТОРЫ, ИНВЕРТОРЫ И СТАБИЛИЗАТОРЫ

НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Тема 6. РЕГУЛИРОВАНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Управляемые выпрямители. Стабилизаторы напряжения и тока: назначение, классификация, структурные схемы, характеристики, основные расчетные соотношения.

Тема 7. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Принцип действия, электрические схемы, характеристики, основные расчетные соотношения, область применения.

Тема 8. КОМПЕНСАЦИОННЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА С НЕПРЕРЫВНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

Транзисторные компенсационные стабилизаторы постоянного напряжения и тока. Схемы, основные расчетные соотношения. Интегральные стабилизаторы постоянного напряжения. Схемы, особенности работы.

Тема 9. КОМПЕНСАЦИОННЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА С ИМПУЛЬСНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

Принципы управления в импульсных стабилизаторах (релейный, с частотно-импульсной и широтно-импульсной модуляцией) Типовые схемы импульсных стабилизаторов постоянного напряжения. Основные расчетные соотношения. Стабилизаторы с импульсно-непрерывным регулированием.

Тема 10. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И ИНВЕРТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Назначение, принцип действия, классификация преобразователей постоянного напряжения. Однотактные и двухтактные схемы инверторов и преобразователей напряжений. Принцип работы, основные расчетные соотношения.

Тема 11. СТАБИЛИЗАТОРЫ И РЕГУЛЯТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Принципы управления в регуляторах и стабилизаторах переменного тока. Типовые схемы регуляторов и стабилизаторов. Основные расчетные соотношения.

Раздел 3. СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ УСТРОЙСТВ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

Тема 12. СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СТАЦИОНАРНОЙ АППАРАТУРЫ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

Требования к системам электропитания (ЭП) аппаратуры связи. Типовое оборудование электроустановок предприятий автоматической и многоканальной электросвязи. Дистанционное питание (ДП) аппаратуры связи.

Тема 13. ПЕРВИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Принципы действия, устройство, характеристики и области применения электрохимических элементов, термоэлектрических и термоэлектронных электрогенераторов, топливных элементов, солнечных батарей и радиационных источников питания. Электромашинные агрегаты питания постоянного и переменного тока.

Тема 14. СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ МОБИЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

Виды мобильных комплексов связи. Классификация систем электропитания, требования, предъявляемые к ним, технические и эксплуатационные параметры. Типовые схемы устройств электропитания мобильных систем.

Тема 15. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИСТОЧНИКОВ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Этапы проектирования. Разработка и обоснование технического задания на проектирование. Сущность системного подхода при разработке средств ЭП.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Бушуев, В. М. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций учебник для вузов / В. М. Бушуев, В. А. Деминский [и др.]. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2009. – 383 с.
2. Вакуленко, В. М. Источники питания лазеров / В. М. Вакуленко, Л. П. Иванов. – Москва : Советское радио, 1980. – 101 с.
3. Иванов-Цыганов, А. И. Электропреобразовательные устройства РЭС / А. И. Иванов-Цыганов. – Москва : Высшая школа, 1991. – 272с.
4. Березин, О. К. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры / О. К. Березин, В. Г. Костиков, В. А. Шахнов. – Москва : Три Л., 2000. – 400 с.

Дополнительная

1. Китаев, В. Е. Расчет источников электропитания устройств связи : учебное пособие / В. Е. Китаев, А. А. Бокуняев, М. Ф. Калканов. – Москва : Радио и связь, 1993. – 232 с.
2. Гаврилов, С. А. Искусство схемотехники. Просто о сложном / С. А. Гаврилов. – Санкт-Петербург : Наука и техника, 2012. – 352 с.
3. Шустов, М. А. Практическая схемотехника. Источники питания и стабилизаторы : в 2 книгах / М. А. Шустов. – Москва : Альтекс, 2002. – Книга 2. – 193 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И

ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

изучение лекционных материалов;

углубленное изучение отдельных тем учебной дисциплины по учебникам и учебным пособиям в соответствии с рекомендациями преподавателя;

подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала, схем лабораторных установок, методик экспериментальных исследований);

подготовка рефератов по отдельным темам учебной дисциплины.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебным планом по специальностям 1-45 01 02 Инфокоммуникационные системы (по направлениям), 1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Электропитание объектов и устройств инфокоммуникаций» рекомендуется зачет. Оценка учебных достижений студента производится по системе «зачтено/не зачтено».

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

коллоквиумы перед выполнением лабораторных работ;

отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;

текущий опрос на лекциях;

подготовка рефератов по отдельным темам учебной дисциплины.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

элементы учебно-исследовательской деятельности, творческий подход, реализуемые на лабораторных занятиях.

Примерный перечень ТЕМ лабораторных ЗАНЯТИЙ

1. Однофазные выпрямители с различными сглаживающими фильтрами.
2. Однофазный управляемый выпрямитель.
3. Стабилизаторы постоянного напряжения и тока с непрерывным регулированием.
4. Стабилизаторы постоянного напряжения и тока с импульсным регулированием.

Примерный перечень компьютерных программ

( *необходимого оборудования, наглядных пособий и др.)*

1. Лабораторные стенды со схемотехническими решениями для проведения лабораторных работ.
2. Цифровые вольтметры постоянного и переменного тока.
3. Осциллографы.