

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания по учебной дисциплине «Теоретические основы электротехники» (далее – ТОЭ) предназначена для подготовки к вступительным испытаниям абитуриентов, имеющих среднее специальное образование и поступающих на сокращенный срок обучения по специальности 6-05-0715-09 «Системы обеспечения движения поездов».

Перечень специальностей среднего специального образования, соответствующих специальностям образовательной программы бакалавриата или непрерывной образовательной программы высшего образования, для получения высшего образования в сокращенный срок, определяются постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 01.11.2022 № 412 «О получении высшего образования в сокращенный срок».

Задачи вступительного испытания:

– выявление у абитуриентов представления об основных этапах и перспективах развития отечественной электроэнергетики и значении ее для экономики Республики Беларусь;

– выявление у абитуриентов специальных профессиональных знаний и компетенций в области: законов электротехники; терминов и определений электротехники, единиц измерения и обозначений электротехнических величин; физической сущности основных электрических и электромагнитных явлений; протекания переходных процессов в электрических цепях; условных графических изображений элементов электрических цепей; методов и средств измерения электрических и магнитных величин; закономерностей построения и сборки электрических цепей;

– обеспечение объективной оценки качества подготовки абитуриентов.

Вступительное испытание проводится в форме письменного экзамена. Экзаменационные билеты включают в себя три теоретических вопроса по темам учебного материала настоящей программы.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Электрические цепи постоянного тока

#### Тема 1.1. Электрическое поле

Электрический заряд. Закон Кулона. Основные характеристики электрического поля: напряженность, потенциал, электрическое напряжение. Поведение проводников и диэлектриков в электрическом поле. Поляризация диэлектриков в электрическом поле. Электрическая энергия, её свойства и область применения. Значение электрической энергии для экономики Республики Беларусь.

#### Тема 1.2. Электрический ток

Электрический ток и его разновидности: ток проводимости, ток переноса, ток смещения. Единицы измерения электрических величин. Электрический ток в проводниках, значение и направление тока, плотность тока. Удельная электрическая проводимость и удельное электрическое сопротивление проводников. Зависимость сопротивления проводников от материала, размеров и температуры. Понятие о сверхпроводимости. Резисторы и их вольтамперные характеристики. Закон Ома.

#### Тема 1.3. Электрическая цепь

Элементы электрических цепей и их классификация. Понятие о пассивных и активных элементах электрических цепей. Схема замещения источника электрической энергии. Электродвижущая сила (ЭДС), внутреннее сопротивление, мощность и коэффициент полезного действия (КПД) источника. Преобразование электрической энергии в другие виды энергии. Энергия, мощность и коэффициент полезного действия приемника электрической энергии. Закон Джоуля-Ленца. Работа источника электрической энергии на приемник с изменяющимся сопротивлением. Режимы работы электрических цепей.

#### Тема 1.4. Расчет электрических цепей постоянного тока

Простейшие электрические цепи. Неразветвленная электрическая цепь. Последовательное соединение резисторов и их эквивалентное сопротивление. Делитель напряжения. Последовательное соединение источников ЭДС. Потенциальная диаграмма неразветвленной электрической цепи. Разветвленная электрическая цепь. Понятия ветви, узла и контура цепи. Законы Кирхгофа. Параллельное соединение резисторов и их эквивалентное сопротивление. Электрическая проводимость ветвей. Параллельное соединение источников ЭДС. Смешанное соединение пассивных элементов. Соединение резисторов звездой и треугольником и их эквивалентные преобразования. Расчет электрических цепей путем непосредственного применения законов Кирхгофа. Расчет электрических цепей с двумя узлами методом межузлового напряжения. Расчёт электрических цепей методами: контурных токов, наложения, узловых

потенциалов и эквивалентного генератора. Баланс электрических мощностей в изолированной электрической цепи. Использование опытов холостого хода и короткого замыкания при определении параметров эквивалентного генератора.

### **Тема 1.5. Нелинейные электрические цепи постоянного тока**

Нелинейные элементы электрических цепей постоянного тока, их практическое применение. Параметры и вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Графический метод расчета нелинейных электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединениях элементов. Статическое и дифференциальное сопротивления нелинейных элементов. Замена нелинейного сопротивления линейным.

## **Раздел 2. Электромагнитное поле**

### **Тема 2.1. Общие сведения о магнитном поле**

Причины, порождающие магнитное поле и его основные характеристики. Магнитная индукция. Напряженность магнитного поля. Поведение проводника с током в магнитном поле. Закон полного тока (закон Ампера) и его применение для расчета напряженности магнитного поля. Магнитные свойства вещества. Намагничивание веществ. Магнитная проницаемость. Магнитный поток, потокосцепление. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Магнитное потокосцепление собственное и взаимное. Индуктивность собственная и взаимная. Коэффициент магнитной связи. Индуктивность катушки. Энергия магнитного поля катушки с током. Энергия магнитного поля индуктивносвязанных катушек. Механические силы в магнитном поле. Тяговое усилие электромагнита. Силы взаимодействия параллельных проводников с токами.

### **Тема 2.2. Магнитные цепи**

Намагничивание ферромагнитных материалов. Магнитный гистерезис. Гистерезисная петля и основная кривая намагничивания. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Расчет неразветвленных магнитных цепей, прямая и обратная задачи. Магнитное сопротивление. Понятие о расчете разветвленных магнитных цепей.

### **Тема 2.3. Электромагнитная индукция**

Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. ЭДС, наводимая в проводнике, движущемся в магнитном поле. Практическое применение явления электромагнитной индукции (принцип работы генератора и электрического двигателя). ЭДС самоиндукции, ЭДС взаимной индукции. Принцип работы трансформатора. Вихревые токи, их использование и способы уменьшения.

### Раздел 3. Электрические цепи переменного тока

#### Тема 3.1. Основные сведения о переменном токе

Получение синусоидальной ЭДС. Принцип действия генератора синусоидального напряжения. Уравнения, графики и характеристики синусоидальных величин. Векторные диаграммы. Сложение и вычитание синусоидальных величин. Сдвиг фаз. Действующее и среднее значения синусоидальных величин.

#### Тема 3.2. Элементы и параметры электрических цепей переменного тока

Пассивные элементы электрических цепей (активное сопротивление, индуктивность и емкость) и их предназначение. Компонентные уравнения пассивных элементов. Цепь синусоидального тока с резистором: напряжение, ток, активная мощность, волновая и векторная диаграммы. Цепь синусоидального тока с катушкой индуктивности: напряжение, ток, индуктивное сопротивление, мощность, волновая и векторная диаграммы. Конденсатор в цепи синусоидального тока: напряжение, ток, емкостное сопротивление, мощность, волновая и векторная диаграммы.

#### Тема 3.3. Символический метод расчета цепей синусоидального тока

Изображение синусоидально изменяющихся величин вращающимся радиусом-вектором. Параметры синусоидальной функции: амплитуда, частота, период, начальная фаза. Мгновенное значение синусоидальной функции. Комплексное представление векторов. Операции с комплексными числами: сложение и вычитание; умножение и деление; возведение в степень и извлечение корня; дифференцирование и интегрирование. Уравнение электрического состояния в дифференциальной и комплексной формах при последовательном соединении идеального резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Закон Ома в комплексной форме. Комплексное сопротивление и его составляющие. Треугольники сопротивлений и напряжений. Первый закон Кирхгофа в комплексной форме. Полная, активная и реактивная проводимости. Треугольник проводимостей. Активная и реактивная составляющие тока. Зависимость между комплексным сопротивлением и комплексной проводимостью участка цепи. Расчет разветвленных цепей символическим методом. Второй закон Кирхгофа в комплексной форме. Мощность в цепи синусоидального тока. Треугольник мощностей. Полная, активная и реактивная мощности. Компенсация реактивной мощности в электрических цепях. Коэффициент мощности. Методы повышения коэффициента мощности и его влияние на технико-экономические показатели электроустановок. Расчет компенсирующих конденсаторов. Топографические диаграммы напряжений и векторные диаграммы токов комплексных схем электрических цепей и правила их построения.

### **Тема 3.4. Резонанс в электрических цепях**

Явление электрического резонанса в цепи, содержащей катушки индуктивности и конденсаторы. Резонанс напряжений, условие и признаки, резонансная частота, добротность контура, частотные характеристики. Резонанс токов, условия и признаки, частотные характеристики, резонансная частота, добротность контура.

### **Тема 3.5. Электрические цепи с взаимной индуктивностью**

Простейшие цепи с взаимной индукцией. Последовательное и параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Согласное и встречное включение элементов с взаимной индуктивностью. ЭДС и напряжения, обусловленные взаимной индуктивностью. Расчет электрических цепей с взаимной индуктивностью. Составление уравнений по законам Кирхгофа с учетом взаимной индуктивности.

### **Тема 3.6. Трехфазные цепи при соединении нагрузки звездой**

Получение трехфазной симметричной системы ЭДС. Симметричная нагрузка в трехфазной цепи при соединении обмоток генератора и фаз приемника звездой. Фазные, линейные напряжения и токи, соотношение между ними. Векторная диаграмма. Несимметричная нагрузка в трехфазной цепи при соединении фаз приемника звездой. Четырехпроводная трехфазная система. Напряжение смещения нейтрали, роль нулевого провода. Топографические векторные диаграммы. Аварийные режимы в трехфазной цепи. Расчет мощности трехфазных цепей при соединении нагрузки звездой.

### **Тема 3.7. Трехфазные цепи при соединении нагрузки треугольником**

Симметричная нагрузка в трехфазной цепи при соединении обмоток генератора и фаз приемника треугольником. Фазные, линейные напряжения и токи, соотношения между ними. Векторная диаграмма. Мощность трехфазной цепи. Несимметричная нагрузка в трехфазной цепи при соединении обмоток генератора и фаз приемника треугольником. Аварийные режимы трехфазной цепи при соединении фаз приемника треугольником.

### **Тема 3.8. Электрические цепи с несинусоидальными периодическими напряжениями и токами**

Основные сведения о несинусоидальных ЭДС, токах и напряжениях. Виды несинусоидальных периодических кривых и разложение их на гармоники с синусоидальными токами и напряжениями. Расчет линейных электрических цепей при несинусоидальном периодическом напряжении на её входе. Действующее значение несинусоидальных периодических величин. Мощность цепи при несинусоидальном токе.

### **Тема 3.9. Переходные процессы в электрических цепях**

Общие сведения о переходных процессах в электрических цепях. Причины возникновения переходных процессов. Законы коммутации. Включение и отключение катушки от источника постоянного напряжения. Заряд и разряд конденсатора. Переходные процессы в цепях переменного тока с индуктивностью и емкостью.

### **Тема 3.10. Нелинейные электрические цепи переменного тока**

Электрические цепи с нелинейными активными элементами и нелинейной индуктивностью. Идеализированная катушка с ферромагнитным сердечником: магнитный поток, ЭДС, ток, векторная диаграмма. Магнитные потери в катушке с ферромагнитным сердечником, их влияние на ток катушки. Векторная диаграмма катушки с магнитными потерями. Полная векторная диаграмма и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Явление феррорезонанса, принцип действия дросселя насыщения, магнитного усилителя.

### **Тема 3.11. Электрические цепи с распределенными параметрами**

Схемы замещения однородных линий с потерями и без потерь. Основные уравнения однородных линий. Характеристики длинной линии: постоянная распространения электромагнитной волны, коэффициент затухания, коэффициент фазы, волновое сопротивление. Длинная линия без потерь и её режимы.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лоторейчук, Е.А. Теоретические основы электротехники: учебник. - М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2017. – 316 с.
2. Теоретические основы электротехники [Текст] : пособие для абитуриентов, поступающих на сокращенный срок обучения по специальности 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям), направление специальности 1-74 06 05-01 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика) / БГАТУ, Кафедра электротехники ; [сост.: А. В. Крутов, Т. Ф. Гузанова]. – 2-е изд., перераб. – Минск : БГАТУ, 2019. – 94 с.
3. Частоедов, Л.А. Электротехника [текст]: Учебное пособие для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / Л.А. Частоедов. 4- е изд., перераб. и доп. – М.: УМК МПС России, 2001. – 352 с.
4. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Л. А. Бессонов. – 12-е изд., исправ. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 701 с.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

знаний абитуриентов на вступительных экзаменах по дисциплине  
«Теоретические основы электротехники»

При проведении письменного вступительного экзамена основное внимание должно быть обращено на знание абитуриентами физической сущности электрических и магнитных явлений в электротехнических устройствах, основных понятий, законов и методов анализа и расчета электрических и магнитных цепей, умение решать задачи по всем разделам программы и пользоваться при вычислениях единицами физических величин в СИ. Экзаменационные задания включают пять теоретических вопросов.

Основные положения ответа на теоретические вопросы абитуриент излагает письменно. Эти положения должны быть конкретными, логичными и ясными: содержать определения электротехнических понятий, формулировки законов и их математические выражения, определения физических величин, входящих в формулы, и их единицы, основные теоретические положения, объясняющие процессы в электрических цепях.

При оценке ответа абитуриента учитываются следующие показатели:

- глубина усвоенного материала и полнота раскрытия основных структурных элементов знаний;
- логичность, доказательность, грамотность изложения материала;
- обоснованность применения законов для решения задач;
- количество и характер существенных и несущественных ошибок и погрешностей, допущенных абитуриентом при ответе на теоретические вопросы и в решении задачи. Существенные (грубые) ошибки обусловлены недостаточной глубиной ответов на теоретические вопросы и недостаточной осознанностью методики решения задач.

Грубыми ошибками являются:

- незнание определений основных электротехнических понятий, формулировок, законов, основных положений теории, формул и символов, используемых для обозначения физических величин;
- незнание сущности физических явлений, законов, теории;
- незнание определений и названий единиц измерения физических величин;
- неумение письменно оформлять ответ;
- неумение читать и строить графики.

К несущественным ошибкам относятся:

- неточности определений понятий (неполный охват основных признаков определяемого понятия или замена одного или нескольких основных признаков второстепенными);
- неточность формулировок законов и основных положений теории;
- нерациональный способ решения задачи или недостаточно продуманный план ответа (нарушение логики, подмена основных вопросов второстепенными);
- неумение решать задачи в общем виде.



## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

**10 (десять) баллов.** Абитуриент правильно и в полном объеме ответил на теоретические вопросы, грамотно оформил ответ, показал владение программным учебным материалом различной степени сложности с использованием сведений из других учебных курсов и дисциплин.

**9 (девять) баллов.** Абитуриент правильно и полно ответил на теоретические вопросы, но в ответе на один из теоретических вопросов допустил одну несущественную ошибку.

**8 (восемь) баллов.** Абитуриент правильно ответил на три теоретических вопроса билета, но в ответе на два из них допустил по одной несущественной ошибке.

**7 (семь) баллов.** Абитуриент правильно и полно ответил на два из трех вопросов билета, но в ответе на один вопрос допустил одну существенную и одну несущественную ошибки (или одну существенную и две погрешности).

**6 (шесть) баллов.** Абитуриент правильно и полно ответил на два из трех вопросов билета, но в ответе на один вопрос допустил две существенные ошибки.

**5 (пять) баллов.** Абитуриент правильно и полно ответил на один из теоретических вопросов билета, но в ответе на второй и третий допустил две существенные и одну несущественную ошибки.

**4 (четыре) балла.** Абитуриент правильно и полно ответил на один из теоретических вопросов билета, но в ответе на второй, третий допустил три существенные и две несущественные ошибки (одну существенную и две несущественные в каждом вопросе).

**3 (три) балла.** Абитуриент ответил на один из теоретических вопросов билета, но с одной несущественной ошибкой, а в ответах на второй, третий допустил две существенные ошибки.

**2 (два) балла.** Абитуриент допустил существенные ошибки в ответах на все теоретические вопросы билета.

**1 (один) балл.** Абитуриент не смог ответить на теоретические вопросы задания.

Председатель предметной  
экзаменационной комиссии



В.А. Пацкевич