

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания в магистратуру  
по специальности**

**7-06-0812-04 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства»**

2023 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительных испытаний в магистратуру по специальности 7-06-0812-04 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства» разработана на основе примерного учебного плана по специальности 7-06-0812-04 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства» и в соответствии с учебными программами по учебным дисциплинам «Электропривод», «Электротехнологическое оборудование», «Электроснабжение сельского хозяйства».

По данной программе проводится дополнительное собеседование иностранных граждан и лиц без гражданства, временно пребывающих или временно проживающих в Республике Беларусь.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА «ЭЛЕКТРОПРИВОД»

#### **Введение. Определение электропривода, его развитие и классификация**

Краткий обзор развития электропривода. Определение электропривода и его классификация. Основные направления его развития.

Особенности электроприводов сельскохозяйственного назначения. Задачи, структура и методика изучения дисциплины «Электропривод». Определение понятия «Электропривод». Структурная схема электропривода.

#### **Механика электропривода**

##### *Моменты, действующие в электроприводе*

Характеристика моментов и сил, действующих в электроприводе. Классификация механических характеристик рабочих машин и механизмов. Механические характеристики электродвигателей. Жесткость механических характеристик.

##### *Схемы механической части электропривода.*

##### *Основное уравнение электропривода*

Кинематическая схема и параметры механической части электропривода. Расчетная схема механической части электропривода. Структурная схема механической части электропривода. Основное уравнение электропривода и его анализ. Статическая и динамическая устойчивость электропривода.

#### **Механические и электромеханические характеристики электродвигателей**

##### *Механические и электромеханические характеристики электродвигателей постоянного тока*

Механические и электромеханические характеристики электродвигателей постоянного тока независимого, последовательного и смешанного возбуждения. Характеристики универсальных электродвигателей.

Характеристики шаговых электродвигателей. Характеристики вентильных электродвигателей.

*Тормозные режимы, способы пуска и реверса электродвигателей постоянного тока*

Генераторное торможение электродвигателей постоянного тока. Торможение противовключением электродвигателей постоянного тока. Динамическое торможение электродвигателей постоянного тока.

Способы пуска и реверса электродвигателей постоянного тока.

*Механические и электромеханические характеристики асинхронных и синхронных электродвигателей*

Механические и электромеханические характеристики асинхронных трехфазных и однофазных электродвигателей. Электропривод с синхронным электродвигателем. Механическая и угловая характеристики синхронных электродвигателей.

*Тормозные режимы, способы пуска и реверса асинхронных и синхронных электродвигателей*

Генераторное торможение электродвигателей переменного тока. Торможение противовключением электродвигателей переменного тока. Динамическое торможение электродвигателей переменного тока.

Способы пуска и реверса асинхронных электродвигателей. Схемы включения однофазных электродвигателей и трехфазных электродвигателей в однофазном режиме. Пуск и реверс электродвигателей переменного тока.

**Регулирование скорости электроприводов**

*Регулирование скорости электроприводов постоянного тока*

Показатели регулирования скорости электроприводов. Регулирование скорости электроприводов постоянного тока изменением напряжения на якоре электродвигателя. Регулирование скорости электроприводов постоянного тока изменением магнитного потока. Регулирование скорости электропривода постоянного тока изменением сопротивления цепи якоря.

*Регулирование скорости асинхронных электроприводов*

Регулирование скорости асинхронных электроприводов изменением частоты тока. Регулирование скорости асинхронных электроприводов изменением числа пар полюсов. Регулирование скорости асинхронных электроприводов изменением питающего напряжения. Регулирование скорости асинхронных электроприводов изменением величины добавочного сопротивления в цепи ротора.

*Частотно-регулируемый электропривод*

Принцип частотного регулирования скорости. Скалярное и векторное управление асинхронным частотно-регулируемым электроприводом. Структура преобразователей частоты с мостовым инвертором и широтно-импульсной модуляцией.

Характеристики шаговых электродвигателей. Характеристики вентильных электродвигателей.

*Тормозные режимы, способы пуска и реверса электродвигателей постоянного тока*

Генераторное торможение электродвигателей постоянного тока.  
Торможение противовключением электродвигателей постоянного тока.  
Динамическое торможение электродвигателей постоянного тока.

Способы пуска и реверса электродвигателей постоянного тока.

*Механические и электромеханические характеристики асинхронных и синхронных электродвигателей*

Механические и электромеханические характеристики асинхронных трехфазных и однофазных электродвигателей. Электропривод с синхронным электродвигателем. Механическая и угловая характеристики синхронных электродвигателей.

*Тормозные режимы, способы пуска и реверса асинхронных и синхронных электродвигателей*

Генераторное торможение электродвигателей переменного тока.  
Торможение противовключением электродвигателей переменного тока.  
Динамическое торможение электродвигателей переменного тока.

Способы пуска и реверса асинхронных электродвигателей. Схемы включения однофазных электродвигателей и трехфазных электродвигателей в однофазном режиме. Пуск и реверс электродвигателей переменного тока.

**Регулирование скорости электроприводов**

*Регулирование скорости электроприводов постоянного тока*

Показатели регулирования скорости электроприводов. Регулирование скорости электроприводов постоянного тока изменением напряжения на якоре электродвигателя. Регулирование скорости электроприводов постоянного тока изменением магнитного потока. Регулирование скорости электропривода постоянного тока изменением сопротивления цепи якоря.

*Регулирование скорости асинхронных электроприводов*

Регулирование скорости асинхронных электроприводов изменением частоты тока. Регулирование скорости асинхронных электроприводов изменением числа пар полюсов. Регулирование скорости асинхронных электроприводов изменением питающего напряжения. Регулирование скорости асинхронных электроприводов изменением величины добавочного сопротивления в цепи ротора.

*Частотно-регулируемый электропривод*

Принцип частотного регулирования скорости. Скалярное и векторное управление асинхронным частотно-регулируемым электроприводом. Структура преобразователей частоты с мостовым инвертором и широтно-импульсной модуляцией.

## **Переходные процессы в электроприводах**

### *Переходные процессы при постоянном и переменном динамическом моменте*

Общие сведения о переходных процессах в электроприводе. Переходные процессы при постоянном динамическом моменте. Переходные процессы при переменном динамическом моменте. Оптимальное передаточное отношение в электроприводе. Определение времени пуска электропривода расчетным и графоаналитическим методом.

### *Переходные процессы в электроприводах с асинхронным электродвигателем*

Общая характеристика переходных процессов в асинхронном электроприводе. Влияние параметров асинхронного электродвигателя на переходные процессы в электроприводе. Потери энергии в электроприводе с асинхронным электродвигателем в переходных режимах. Способы уменьшения потерь энергии в электроприводах в переходных процессах.

### **Энергетика электроприводов. Расчет мощности электроприводов**

#### *Нагрев и охлаждение электродвигателей*

Потери энергии в электродвигателях постоянного и переменного тока. Потери в установившихся режимах. Потери в переходных режимах. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности электропривода. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Режимы работы электроприводов.

#### *Расчет мощности электродвигателя при различных режимах работы*

Нагрузочные диаграммы электроприводов. Расчет мощности электродвигателя для продолжительного режима S1. Расчет мощности электродвигателя для кратковременного режима S2. Расчет мощности электродвигателя при повторно-кратковременном режиме S3. Расчет мощности электродвигателя при перемежающихся режимах S6-S8.

### **Автоматическое управление электроприводами**

#### *Разомкнутые системы управления электроприводами*

Принципы автоматического управления пуском и торможением электродвигателей постоянного тока. Типовые узлы разомкнутых систем управления электроприводами постоянного тока. Принципы автоматического управления пуском и торможением электродвигателей переменного тока.

#### *Замкнутые системы управления электроприводами*

Общие принципы построения замкнутых систем регулируемого электропривода. Виды обратных связей в электроприводе и их характеристика. Основные структуры замкнутых систем управления электроприводом. Следящий и позиционный электропривод. Программно-управляемый и адаптивный электропривод.

*Системы автоматического управления регулируемым электроприводом*

Системы регулируемого электропривода с подчиненным регулированием координат. Комплектные электроприводы постоянного и переменного тока. Системы управления регулируемого электропривода на основе преобразователей частоты и инверторов.

**Проектирование электропривода**

*Общие вопросы проектирования электропривода*

Выбор электрического двигателя по мощности, по частоте вращения, по напряжению, числу фаз, по модификации и по условиям окружающей среды. Структура условных обозначений серий электродвигателей.

Выбор конструктивного исполнения электродвигателя по способу монтажа. Выбор электродвигателя по степени защиты.

Требования к типовым схемам управления и защиты электропривода. Определение энергетических показателей электропривода. Энергосбережение в электроприводе.

**Электропривод машин сельскохозяйственного производства**

*Приводные характеристики машин сельскохозяйственного производства*

Технологические, кинематические, механические и энергетические характеристики сельскохозяйственных машин и механизмов.

Нагрузочные диаграммы. Инерционные характеристики.

Особенности приводных характеристик центробежных машин, транспортеров, измельчителей, машин с кривошипно-шатунным механизмом.

**Энергосбережение в электроприводе**

Определение энергетических показателей электропривода.

Пути энергосбережения в электроприводе. Загрузка электродвигателей.

Энергоэффективные электродвигатели и выбор рационального типа электропривода.

Энергосбережение путем перехода от нерегулируемого электропривода к регулируемому.

**УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА «ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ»**

**Общие вопросы**

Классификация электротехнологического оборудования. Способы нагрева. Физические закономерности преобразования электрической энергии в тепловую. Тепловой поток между телами. Расчет мощности и энергетических параметров нагревательных установок.

**Элементные нагреватели**

Классификация элементных нагревателей. Материалы для нагревательных элементов, их характеристики, конструктивное исполнение.

Устройство и характеристики трубчатых электрических нагревателей, их выбор, определение температуры поверхности. Устройство и характеристики нагревательных проводов и кабелей, их выбор. Устройство и характеристики поверхностно-распределенных нагревателей. Особенности эксплуатации элементных нагревателей.

### **Устройства элементного обогрева массивов**

Классификация устройств. Электрообогрев бетонных полов, растительного грунта, трубопроводов и резервуаров, устройств стаивания снега.

### **Электрические калориферные установки**

Классификация электрокалориферных установок, их устройство, характеристики и выбор. Особенности эксплуатации электрокалориферных установок.

### **Электрические элементные водонагреватели**

Классификация элементных водонагревателей. Аккумуляционные водонагреватели, их устройство и характеристики. Проточные водонагреватели, их устройство и характеристики. Особенности эксплуатации электрических элементных водонагревателей.

### **Электродные водонагреватели и парогенераторы**

Классификация электродных водонагревателей и парогенераторов. Устройство электродных водонагревателей и парогенераторов. Теплогенерирующее оборудование электродных и его выбор. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей и парогенераторов.

### **Установки электроконтактного нагрева**

Классификация установок электроконтактного нагрева. Установки электроконтактного нагрева, электроконтактной наплавки, электроконтактной сварки, их устройство и характеристики.

### **Установки электродугового нагрева**

Классификация установок электродугового нагрева. Природа и характеристики электрической дуги. Установки электродуговой сварки, их устройство и характеристики.

### **Установки индукционного нагрева**

Физические закономерности индукционного нагрева. Установки индукционного нагрева и их выбор.

### **Установки конденсаторного нагрева**

Физические закономерности конденсаторного нагрева. Установки конденсаторного нагрева и их выбор.

### **Установки термоэлектрического нагрева и охлаждения**

Физические закономерности термоэлектрического нагрева и охлаждения.

Термоэлектрические батареи, их устройство и характеристики. Установки термоэлектрического нагрева и охлаждения.

#### **Электрохимические установки**

Электролизные установки. Электрохимическая обработка металлов. Электрохимическое изменение свойств воды. Электрохимическая обработка кормовых материалов.

#### **Электрокинетические установки**

Действие электрического поля на заряженные частицы. Способы зарядки частиц. Электрические фильтры. Электрические сепараторы сыпучих материалов. Электроаэрозольные установки.

#### **Электрические ионизаторы воздуха**

Влияние ионов на животных и растения. Способы ионизации воздуха. Устройство электрических ионизаторов.

#### **Установки электроимпульсной обработки материалов**

Генераторы электрических импульсов. Электрические изгороди. Электрогидравлические установки. Установки электроимпульсной обработки металлов. Электроимпульсная обработка растений.

#### **Установки магнитной обработки**

Влияние магнитного поля на животных и растения. Установки магнитной обработки воды. Электромагнитные сепараторы семян. Электромагнитные улавливатели металлических примесей. Магнито-импульсная обработка металлов.

#### **Ультразвуковые технологические установки**

Природа и технологические свойства ультразвука. Ультразвуковые преобразователи и трансформаторы. Установки мойки и очистки. Установки ультразвуковой сварки и пайки.

## **УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

### **Введение**

Развитие электроэнергетики Республики Беларусь. Современное состояние и перспективы развития электрических сетей республики и зарубежных стран. Особенности электроснабжения сельского хозяйства.

### **Устройство линий электропередачи**

Классификация электрических сетей. Конструкция воздушных линий (марки проводов, опоры линий электропередач, изоляторы, линейная арматура). Устройство кабельных линий. Конструкция силовых кабелей.

### **Трансформаторные подстанции**

Классификация трансформаторных подстанций и распределительных устройств. Схемы электрических соединений, конструкция трансформаторных подстанций 35-110/10 кВ. Потребительские трансформаторные подстанции 35-10/0,4 кВ: схема соединений, типы, конструкция.



## **Электрическая аппаратура**

Классификация электрических контактов, их конструкция. Понятие об электрической дуге, способы ее гашения. Изоляторы распределительных устройств. Плавкие предохранители. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Высокоточные выключатели. Разъединители, выключатели нагрузки.

### **Электрические нагрузки сельскохозяйственных потребителей**

Характеристика электрических нагрузок сельскохозяйственных потребителей. Суточные и годовые графики нагрузок. Понятие о расчетной нагрузке. Определение расчетных нагрузок на вводах к потребителям, линий 0,4 кВ, 10-110 кВ и трансформаторных подстанций.

### **Понятие о расчете электрических сетей. Расчет сечения неизолированных проводов.**

Задачи расчета электрических сетей. Методы расчета и область их применения. Расчет электрических сетей по экономической плотности тока.

### **Расчет электрических сетей по нагреву**

Нагревание голых и изолированных проводов и кабелей. Длительно допустимые токовые нагрузки для проводов и кабелей. Методика выбора проводов и кабелей с учетом температуры окружающей среды и условий прокладки. Расчет сечения проводов и кабелей наружных сетей по допустимому нагреву, защищенных плавкими предохранителями, автоматическими выключателями.

### **Расчет электрических сетей по потере напряжения**

Падения и потери напряжения в линиях трехфазного тока. Расчет разомкнутых линий трехфазного тока с равномерной нагрузкой по фазам. Расчет разомкнутых трехфазных сетей с неравномерной нагрузкой фаз. Назначение и типы замкнутых сетей. Расчет линий с двухсторонним питанием.

### **Регулирование напряжения в электрических сетях**

Задачи и методы регулирования напряжения. Регулирование напряжения генераторов (режим стабилизации и встречное регулирование). Регулирование напряжения с помощью установок емкостной компенсации. Определение допустимой потери напряжения по таблицам отклонения напряжения.

### **Понятие о коротких замыканиях. Схемы замещения и методы расчета токов короткого замыкания**

Начальный период короткого замыкания. Виды, причины и последствия короткого замыкания. Задачи расчетов токов короткого замыкания. Расчетная схема электрической сети, схема замещения, приведение схемы замещения к простейшему виду. Метод относительных единиц. Параметры элементов цепи трехфазного короткого замыкания.

### **Расчет токов короткого замыкания в электрических сетях**

Порядок ведения расчета токов короткого замыкания в электрических сетях. Расчет токов короткого замыкания при питании от системы

неограниченной мощности. Определение токов короткого замыкания по расчетным кривым. Расчет токов короткого замыкания с учетом различной удаленности источников питания от места короткого замыкания. Расчет токов короткого замыкания в сетях 400/230 В. Выбор и проверка электрической аппаратуры по условиям короткого замыкания.

### **Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью**

Способы заземления нейтрали. Замыкания на землю в системах с изолированной нейтралью. Компенсация токов замыкания на землю.

### **Понятие о перенапряжениях. Защита электрических сетей от перенапряжений**

Классификация перенапряжений. Понятие о грозе и молнии. Атмосферные перенапряжения. Интенсивность грозовой деятельности. Защита установок от прямых ударов молнии. Стержневые и тросовые молниеотводы. Защита электроустановок от волн перенапряжений. Защита от перенапряжений сельских электрических сетей.

### **Общие понятия о релейной защите**

Назначение релейной защиты и требования, предъявляемые к схемам релейных защит и их элементам. Классификация и принципы выполнения реле. Реле первичные, вторичные, прямого и косвенного действия. Полупроводниковые приборы в схемах релейной защиты. Источники питания оперативных цепей.

### **Основные виды токовых защит**

Максимальная токовая защита на постоянном и переменном оперативном токе. Токовая отсечка. Максимальная токовая направленная защита. Дифференциальная защита.

### **Надежность электроснабжения**

Понятие надежности электроснабжения. Категории потребителей электроэнергии по степени надежности электроснабжения и требования к надежности электроснабжения. Ущерб, наносимый сельским потребителям перерывами в подаче электроэнергии. Способы и средства повышения надежности электроснабжения. Резервные электростанции.

### **Автоматизация электрических сетей**

Автоматическое повторное включение. Автоматическое включение резерва. Автоматическое секционирование электрических сетей. Схема автоматического регулирования напряжения. Телемеханизация электрических сетей.

### **Качество электроэнергии**

Показатели качества электрической энергии и требования, предъявляемые к ним. Влияние потребителей на качество электроэнергии. Способы повышения качества электроэнергии. Контроль показателей качества электроэнергии.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ  
ЛИТЕРАТУРА  
УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА «ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

*Основная*

1. Епифанов, А. П. Основы электропривода : учебное пособие / А. П. Епифанов. – 2-е изд., стереотип. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 192 с.
2. Дементьев, Ю. Н. Электрический привод : учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев. – Москва : Юрайт, 2016. – 224 с.
3. Электропривод [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Электропривод» для направления специальности 1-74 06 05 01 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика) / Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», АЭФ, Кафедра электрооборудования СХП ; сост. : М. А. Прищепов [и др.]. – Электронные данные (73 925 963 байт). – Минск : БГАТУ, 2018.
4. Фираго, Б. И. Расчеты по электроприводу производственных машин и механизмов : учебное пособие / Б. И. Фираго. – Минск : Техноперспектива, 2012. – 640 с.
5. Онищенко, Г. Б. Электрический привод : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» / Г. Б. Онищенко. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Академия, 2013. – 288 с.
6. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства" / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский ; под ред. А. П. Епифанова. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 400 с.
7. Москаленко, В. В. Системы автоматизированного управления электропривода : учебник / В. В. Москаленко. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 208 с.
8. Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов : учебное пособие / Г. В. Никитенко. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 224 с.
9. Овсянников, Е. М. Электрический привод : учебник / Е. М. Овсянников. – Москва : ФОРУМ, 2016. – 223 с.

*Дополнительная*

10. Электропривод : практикум для студентов специальности 1-74 06 05-01 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика)» / [сост. : В. В. Гурин, Е. В. Бабаева]. – Минск : БГАТУ, 2011. – 200 с.
11. Электропривод. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие для студентов УВО 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 электрооборудования с.-х. предприятий ; [сост.: В. А. Дайнеко и др.]. – Минск : БГАТУ, 2019. – 264 с.

12. Прищепов, М. А. Электропривод. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие для студентов УВО по специальности 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям), направление специальности 1-74 06 05-01 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика), направление специальности 1-74 06 05-02 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (теплоэнергетика) / М. А. Прищепов, Е. М. Прищепова, В. И. Крупеня ; БГАТУ, Кафедра электрооборудования сельскохозяйственных предприятий. - Минск : БГАТУ, 2019. - 172 с.

13. Соколовский, Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник / Г. Г. Соколовский. – 2-е изд., испр. – Москва : Академия, 2007. – 272 с.

14. Москаленко, В. В. Электрический привод : учебник / В. В. Москаленко. – Москва : Академия, 2009. – 368 с.

15. Ильинский, Н. Ф. Основы электропривода : учебное пособие / Н. Ф. Ильинский. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2007. – 222 с.

### *Технические нормативные правовые акты*

16. ГОСТ Р 50369-92. Электроприводы. Термины и определения. – Введ. 1993-07-01. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 16 с.

17. ГОСТ 2.701-2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – Взамен ГОСТ 2.701-84 ; введ. 2011-01-01. - Минск : Госстандарт, 2010. – 18 с.

18. ГОСТ 2.702-2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем. – Взамен ГОСТ 2.702-75 ; введ. 2013-11-01. – Минск : Госстандарт, 2013. – 28 с.

19. ГОСТ 2.710-81. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. – Взамен ГОСТ 2.710-75 ; введ. 1981-07-01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 12 с.

20. ГОСТ 2.755-87. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения. – Взамен ГОСТ 2.738-68, ГОСТ 2.755-74 ; введ. 1988-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1988. – 21 с.

## **УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА «ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»**

### *Основная*

1. Заяц, Е. М. Электротехнологическое оборудование : учебное пособие / Е. М. Заяц. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 400 с.

2. Заяц, Е. М. Электротехнология : учебное пособие / Е. М. Заяц. –

Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 400 с.

3. Электротехнологическое оборудование. Практикум : учебное пособие / И. Б. Дубодел и [и др.] ; под ред. Е.М. Зайца. – Минск : ИВЦ Минфина, 2022. – 145 с.

4. Электротехнологическое оборудование. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / сост. : В. С. Корко, Е. М. Заяц, И. Б. Дубодел. – Минск : БГАТУ, 2020. – 188 с.

5. Электротехнологическое оборудование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Электротехнологическое оборудование» для направления специальности 1-74 06 05-01 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика) / Минсельхозпрод РБ, УО "БГАТУ", АЭФ, Кафедра "Электротехнологии" ; сост.: И. Б. Дубодел [и др.]. - Электронные данные (38 443 477 байт). - Минск : БГАТУ, 2020.

### *Дополнительная*

6. Заяц, Е. М. Методики и программы расчета электротехнологических процессов и оборудования на ЭВМ : посвящается 50-летию БИМСХ-БГАТУ / Е. М. Заяц, М. М. Николаенок. - Минск : Технопринт, 2003. - 166 с.

7. Электротехнология : задания к практическим занятиям для студентов специальности 1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства» / БГАТУ, Кафедра электротехнологии ; сост. И. Б. Дубодел [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. – 43 с.

8. Электротехнология : учебное пособие / В. А. Карасенко [и др.]. – Москва : Колос, 1992. – 304 с.

9. Электротехнологические установки : учебное пособие / сост. : Е. М. Заяц [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2010. – 184 с.

## **ДИСЦИПЛИНА «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

### *Основная*

1. Янукович, Г. И. Электроснабжение сельского хозяйства : учебное пособие / Г. И. Янукович. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 640 с.

2. Янукович, Г. И. Электроснабжение сельского хозяйства. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / Г. И. Янукович. - 3-е изд., доп. и испр. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – 448 с.

3. Янукович, Г. И. Электроснабжение сельскохозяйственного производства : учебное пособие / Г. И. Янукович. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – 365 с.

4. Электроснабжение сельского хозяйства : практикум / Г. И. Янукович [и др.] ; под ред. Г. И. Януковича. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2016. – 516 с.

5. Электроснабжение сельского хозяйства [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине "Электроснабжение сельского хозяйства" для направлений специальностей: 1-74 06 05-01 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика); 1-74 06 05-02 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (теплоэнергетика); 1-53 01 01-09 Автоматизация теплоэнергетических процессов и производств (сельское хозяйство) / Минсельхозпрод РБ, УО "БГАТУ", АЭФ, Кафедра электроснабжения ; сост.: А. И. Зеленкевич, Е. А. Тюнина, Д. А. Кулаковский. - Электронные данные (70 331 832 байт). - Минск : БГАТУ, 2021.

#### *Дополнительная*

6. Янукович, Г. И. Электроснабжение сельского хозяйства. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / Г. И. Янукович. - 2-е изд., доп. и испр. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 448 с.

7. Электроснабжение сельского хозяйства : практикум / Г. И. Янукович, [и др.] ; под общ. ред. Г. И. Януковича. – Минск : БГАТУ, 2011. – 548 с.

8. Электроснабжение сельского хозяйства. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / БГАТУ, Кафедра электроснабжения ; [сост. : Г. И. Янукович, А. И. Зеленкевич, Г. И. Кожарнович]. – Минск : БГАТУ, 2018. – 94 с.

9. Будзко, И. А. Электроснабжение сельского хозяйства : учебник / И. А. Будзко, Т. Б. Лещинская, В. И. Сукманов. – Москва : Колос, 2000. – 536 с.

#### *Технические нормативные правовые акты*

10. ТКП 385-2022 (33240). Сети электрические распределительные сельские напряжением 0,38-10 кВ. Правила технологического проектирования. - Взамен ТКП 385-2012 ; введ. 2022-08-01. – Минск : Минэнерго, 2022. – 69 с.

11. Правила электроснабжения / Совет Министров Республики Беларусь. – Минск : Энергопресс, 2016. - 170 с.

12. ТКП 339-2022 (33240). Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний. – Взамен ТКП 339-2022 ; введ. 2022-12-20. – Минск : Минэнерго, 2022.

13. ТКП 181-2009 (02230). Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Введ. 2009-09-01. – Минск : Минэнерго, 2014. – 546 с.

14. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Взамен ГОСТ 13109-97 ; введ. 2016-04-04. – Минск : Госстандарт, 2015. – 20 с.

15. Правила устройства электроустановок. [все действующие разделы

ПУЭ-6 и ПУЭ-7]. – 6-е и 7-е изд., все действ. разд. – Новосибирск : Норматика, 2016. – 464 с.

### **Примерный перечень вопросов по учебной дисциплине «Электропривод»**

1. Определение понятия «Электропривод». Структурная схема электропривода.
2. Классификация электроприводов.
3. Характеристика моментов и сил, действующих в электроприводе.
4. Механические характеристики рабочих машин.
5. Механические и электромеханические характеристики электродвигателей.
6. Кинематическая схема и параметры механической части электропривода.
7. Расчетная схема механической части электропривода.
8. Основное уравнение электропривода и его анализ. Статическая и динамическая устойчивость электропривода.
9. Расчет и построение механической характеристики асинхронного электродвигателя (АД) по паспортным данным.
10. Выбор электродвигателей по мощности с учетом режима их работы.
11. Регулирование частоты вращения асинхронных электродвигателей.
12. Регулирование частоты вращения электродвигателей постоянного тока.
13. Автоматизированное управление электроприводом. Понятие разомкнутых и замкнутых систем электропривода.
14. Пуск и реверс асинхронных электродвигателей (АД). Способы пуска АД.
15. Регулирование скорости асинхронных электродвигателей (АД).
16. Принцип частотного регулирования скорости асинхронных электродвигателей (АД). Механические характеристики АД при частотном регулировании.
17. Преобразователи частоты для регулируемого электропривода. Функциональная схема преобразователя частоты со звеном постоянного тока.
18. Энергетика электроприводов. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности электропривода.
19. Нагрев и охлаждение электродвигателя. Режимы работы электроприводов.
20. Выбор электродвигателя по мощности для режима S1.
21. Выбор электродвигателя по мощности для режима S2.
22. Выбор электродвигателя по мощности для режима S3.
23. Общая характеристика переходных процессов в электроприводе. Потери энергии в установившихся и переходных режимах.
24. Нагрузочные диаграммы электроприводов.

25. Особенности работы электроприводов в условиях сельского хозяйства.
26. Приводные характеристики рабочих машин.
27. Замкнутая система ЭП с обратной связью по скорости.
28. Следящий и позиционный электропривод.
29. Программно-управляемый и адаптивный электропривод.
30. Особенности работы электроприводов в условиях сельскохозяйственного производства. Приводные характеристики рабочих машин.
31. Энергосбережение в электроприводе. Определение энергетических показателей электропривода.
32. Энергосбережение путем перехода от нерегулируемого электропривода к регулируемому.

**Примерный перечень вопросов по учебной дисциплине  
«Электротехнологическое оборудование»**

1. Физические закономерности преобразования электрической энергии в тепловую.
2. Расчет мощности нагревательных установок.
3. Трубчатые электрические нагреватели, их устройство и характеристики.
4. Выбор трубчатых электрических нагревателей.
5. Нагревательные провода, кабели, ленты, их выбор.
6. Электрообогрев бетонных полов.
7. Электрокалориферные установки, их устройство.
8. Выбор электрокалориферных установок для отопительно-вентиляционных систем.
9. Выбор электрокалориферных установок для обогрева теплиц и парников.
10. Выбор электрокалориферных установок при сушке материалов.
11. Проверочный расчет электрокалориферных установок.
12. Аккумуляционные и проточные водонагреватели, их устройство и характеристики.
13. Выбор элементных водонагревателей.
14. Электродные водонагреватели и парогенераторы, их устройство и характеристики.
15. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей и парогенераторов.
16. Выбор нагревательного трансформатора для электроконтактного нагрева.
17. Классификация установок электродугового нагрева.
18. Природа, свойства и характеристики электрической дуги.
19. Условия устойчивого горения электрической дуги
20. Выбор источника питания для ручной дуговой сварки.



21. Физические закономерности индукционного нагрева.
22. Выбор установок индукционного нагрева.
23. Физические закономерности конденсаторного нагрева.
24. Выбор установок конденсаторного нагрева.
25. Физические закономерности термоэлектрического нагрева и охлаждения.
26. Термоэлектрические батареи, их устройство и характеристики.
27. Действие электрического поля на заряженные частицы.
28. Способы зарядки частиц.
29. Генераторы электрических импульсов и их параметры.
30. Природа и характеристики ультразвука.

### **Примерный перечень вопросов по учебной дисциплине «Электроснабжение сельского хозяйства»**

1. Конструкция воздушных линий (марки проводов, опоры линий электропередач, изоляторы, линейная арматура).
2. Устройство кабельных линий. Конструкция силовых высоковольтных кабелей.
3. Классификация трансформаторных подстанций и распределительных устройств.
4. Электрические аппараты (предохранители, измерительные трансформаторы тока и напряжения). Изоляторы распределительных устройств.
5. Масляные, безмасляные и вакуумные выключатели.
6. Разъединители и выключатели нагрузки.
7. Определение расчетных нагрузок на вводе к потребителям.
8. Определение расчетных нагрузок предприятий по промышленному производству сельскохозяйственной продукции.
9. Определение расчетных нагрузок на участках линий электрических сетей.
10. Время использования максимума нагрузки и время потерь.
11. Определение площади сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока.
12. Определение площади сечения проводов по экономическим интервалам нагрузок.
13. Определение площади сечения проводов по допустимому нагреву.
14. Падение и потери напряжения в линиях трехфазного тока.
15. Расчет магистральной линии трехфазного тока с равномерной нагрузкой фаз по допустимой потере напряжения.
16. Регулирование напряжения с помощью сетевых устройств.

17. Регулирование напряжения с помощью установок емкостной компенсации.
18. Виды, причины и последствия короткого замыкания.
19. Расчет токов короткого замыкания при питании от системы бесконечной мощности.
20. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением 400/230 В.
21. Выбор электрических аппаратов по условиям нормального и аварийного режимов.
22. Защита электроустановок от атмосферных перенапряжений.
23. Защита установок от прямых ударов молнии.
24. Назначение релейной защиты и требования, предъявляемые к схемам релейных защит и их элементам.
25. Максимальная токовая защита на постоянном и переменном оперативном токе.
26. Показатели качества электрической энергии и требования, предъявляемые к ним.
27. Влияние потребителей на качество электроэнергии. Способы повышения качества электроэнергии.
28. Категории потребителей электроэнергии по степени надежности электроснабжения.
29. Требования к надежности электроснабжения потребителей первой, второй и третьей категории.
30. Способы и средства повышения надежности электроснабжения.