

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 17.03.2022 10:35:18  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт Механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина

И.Ю. Игнаткин

“ 15 ” 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.02.02 «ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ»**  
для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Курс 3

Семестр 5, 6

Форма обучения: Заочная

Год начала подготовки: 2022

*Handwritten signature*

Москва, 2022

Разработчик: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Стушкина Н.А.  
«01» 09 2022г.

Рецензент: Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Сторчевой В.Ф.  
(подпись)  
«01» 09 2022г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры ЭС и ЭТ им. акад. И.А. Будзко протокол № 2 от «01» 09 2022г.

И.о. заведующего кафедрой ЭС и ЭТ им. акад. И.А. Будзко Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

Стушкина Н.А.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)  
«01» 09 2022г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Дидманидзе О.Н.  
(подпись)

Протокол № 2 «15» 09 2022г.  
«15» 09 2022г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой Электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Стушкина Н.А.  
(подпись)  
«01» 09 2022г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Ермилова Я.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	6
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/, СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	15
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	17
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	20
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	21
7.1 Основная литература .....	21
7.2 Дополнительная литература .....	21
7.3 Нормативные правовые акты .....	22
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	22
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР- НЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	22
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИ- СТЕМ .....	22
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕ- НИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	23
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ..	23
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	23
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	24

## Аннотация

Рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Передача и распределение электроэнергии» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами основных сведений о технике передачи и распределения электроэнергии, методов расчета режимов электропередач и их работы, умение выбирать наиболее экономичные и надежные схемы работы сети. Дисциплина «Передача и распределение электроэнергии» является в своей основе теоретической и способствует развитию у студентов логического и абстрактного мышления с практической реализацией ее содержания, развитие способности:

- к самоорганизации и самообразованию;
- применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.
- готовность к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- обучение принципам и методам разработки, создания, распространения и использования цифровых технологий в электроэнергетике; получение базовых знаний о современных цифровых технологиях, используемых в профессиональной деятельности и практические навыки их использования.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина по выбору включенных в часть, формируемую участниками образовательных отношений, профессиональный модуль по направленности электроснабжение учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенций): УК-1 (УК-1.2), УК-2 (УК-2.2), ПКос-2 (ПКос-2.1).

### **Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Общие сведения об электрических сетях и системах.**

**Тема 1.** Назначение электрических сетей. Применение цифровых технологий при расчете режимов сети.

**Раздел 2. Схемы замещения элементов электрической сети и определение их параметров.**

**Тема 1.** Схемы замещения линий. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.

**Тема 2.** Представление электрических нагрузок в расчетах электрических сетей.

**Раздел 3. Потери мощности и энергии в электрических сетях.**

**Тема 1.** Потери мощности в элементах электрических сетей. Потери энергии в электрических сетях.

**Раздел 4. Расчеты установившихся режимов разомкнутых электрических сетей.**

**Тема 1.** Расчет режима напряжений в линии.

**Тема 2.** Расчет напряжения на шинах подстанций.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зач. единицы (108 часов) / в т.ч. практическая подготовка 2 ч.

**Промежуточный контроль:** зачет.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Передача и распределение электроэнергии» является освоение студентами основных сведений о технике передачи и распределения электроэнергии, методов расчета режимов электропередач и их работы, умение выбирать наиболее экономичные и надежные схемы работы сети. В результате изучения данной дисциплины студенты должны знать:

- методику расчета параметров элементов электрической сети;
- основы выполнения расчета потерь мощности и энергии в электрических сетях;
- методы расчета режима напряжений в линиях и на шинах подстанции
- компьютерные программы для расчета режимов сети.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Передача и распределение электроэнергии» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Передача и распределение электроэнергии» являются «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники». График изучения указанных дисциплин приведен в рабочем учебном плане.

Дисциплина «Передача и распределение электроэнергии» является в своей основе как теоретической, так и практической и способствует развитию у студентов организационных и практических навыков по умению выбирать наиболее экономичные и надежные схемы работы сети и рассчитывать режимы их работы.

Дисциплина «Передача и распределение электроэнергии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Электроэнергетические системы и сети», «Электроснабжение» и для выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является наличие в её содержании физики, математики, теоретических основ электротехники, инженерных знаний и средств вычислительной техники.

Рабочая программа дисциплины «Передача и распределение электроэнергии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс преподавания дисциплины направлен на формирование у студентов следующих универсальных (УК) и профессиональных (ПКос) компетенций (индикаторов достижения компетенций), представленных в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи	основные правила поиска необходимой информации	искать необходимую информацию, её критически анализировать и обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи	навыками поиска необходимой информации, её критического анализа и обобщения результатов анализа для решения поставленной задачи
2	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2 Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	способы решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	решать задачи, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	навыками решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения
3	ПКос-2	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-2.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования.	Режимы работы, методы и средства повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования, основные цифровые инструменты при решении профессиональных задач (Mathcad, Matlab, Maple, Mathematica, MS Office: Word, Excel и др.)	использовать методы и средства повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования, применять соответствующий физико-математический аппарат для анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с использованием специализированных инженерных расчетных программ	навыками расчета режимов работы основного энергетического и электротехнического оборудования, способностью систематизировать, анализировать и представлять результаты инженерных расчетов с использованием современных цифровых технологий (Excel, PowerPoint, Zoom, Miro и др.).

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестрах

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ в семестрах представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестрам	
		№ 5	№ 6
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108/2</b>	<b>36</b>	<b>72/2</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>14,25/2</b>	<b>2</b>	<b>12,25/2</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>14,25/2</b>	<b>2</b>	<b>12,25/2</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	6	2	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	8/2		8/2
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>			
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25		0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>89,75</b>	<b>34</b>	<b>55,75</b>
<i>Контрольная работа</i>	10,75		10,75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i>	79	34	45
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	4		4
<b>Вид промежуточного контроля:</b>			Зачет

\* в том числе практическая подготовка

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1.</b> Общие сведения об электрических сетях и системах.	36	2				34
<b>Итого за 5-й семестр</b>	<b>36</b>	<b>2</b>				<b>34</b>
<b>Раздел 2.</b> Схемы замещения элементов электрической сети и определение их параметров.	20	2	2			16
<b>Раздел 3.</b> Потери мощности и энергии в электрических сетях.	24,75		4			20,75
<b>Раздел 4.</b> Расчеты установившихся режимов разомкнутых электрических сетей.	23/2	2	2/2			19
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	0,25				0,25	
<b>Всего за 6-й семестр</b>	<b>68/2</b>	<b>4</b>	<b>8/2</b>		<b>0,25</b>	<b>55,75</b>
<b>Зачет</b>	4					4
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108/2</b>	<b>6</b>	<b>8/2</b>		<b>0,25</b>	<b>93,75</b>

\* в том числе практическая подготовка

### Семестр № 5.

#### Раздел 1. Общие сведения об электрических сетях и системах.

**Тема 1.** Назначение электрических сетей. Применение цифровых технологий при расчете режимов сети.

Рассматриваемые вопросы.

Напряжение. Целесообразность его повышения. Области применения разных номинальных напряжений. Способы канализации электроэнергии. Компьютерные программы для расчета режима сети.

### Семестр № 6.

#### Раздел 2. Схемы замещения элементов электрической сети и определение их параметров.

**Тема 1.** Схемы замещения линий. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.

Рассматриваемые вопросы

Схемы замещения линий. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.

Определение параметров схем замещения.

**Тема 2.** Представление электрических нагрузок в расчетах электрических сетей.

Рассматриваемые вопросы

Определение расчетной нагрузки узла сети.

#### Раздел 3. Потери мощности и энергии в электрических сетях.

**Тема 1.** Потери мощности в элементах электрических сетей. Потери энергии в электрических сетях.

Рассматриваемые вопросы

Потери мощности в элементах электрических сетей. Потери энергии в электрических сетях.



**Раздел 4. Расчеты установившихся режимов разомкнутых электрических сетей.****Тема 1.** Расчет режима напряжений в линии. Расчет напряжения на шинах подстанций.

Рассматриваемые вопросы

Определение напряжения в конце линии. Определение напряжения на стороне низшего напряжения понижающей подстанции.

**Тема 2.** Расчет режима разомкнутых питающих сетей.

Рассматриваемые вопросы

Метод преобразования схемы сети

**4.3 Лекции /практические занятия**

Таблица 4

**Содержание лекций /практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	Номер и наименование разделов, тем	№ и название лекций/практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Общие сведения об электрических сетях и системах.</b>				<b>2</b>
	<b>Тема 1.</b> Назначение электрических сетей. Применение цифровых технологий при расчете режимов сети.	Лекция №1. Напряжение. Целесообразность его повышения. Области применения разных номинальных напряжений. Способы канализации электроэнергии. Компьютерные программы для расчета режима сети.	УК-1(УК-1.2), УК-2(УК-2.2), ПКос-2(ПКос-2.1)		2
2.	<b>Раздел 2. Схемы замещения элементов электрической сети и определение их параметров.</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 1.</b> Схемы замещения линий. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.	Лекция №2. Схемы замещения линий. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.	УК-1(УК-1.2), УК-2(УК-2.2), ПКос-2(ПКос-2.1)		2
	Практическая работа №1. Определение параметров схемы замещения воздушных и кабельных линий. Определение параметров схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.	Практическая работа №1. Определение параметров схемы замещения воздушных и кабельных линий. Определение параметров схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.	УК-1(УК-1.2), УК-2(УК-2.2), ПКос-2(ПКос-2.1)	Решение задач	1
	<b>Тема 2.</b> Представление электрических нагрузок в расчетах электриче-	Практическая работа №2. Определение расчетной нагрузки узла сети.	УК-1(УК-1.2), УК-2(УК-2.2), ПКос-2(ПКос-2.1)	Решение задач	1

№ п/п	Номер и наименование разделов, тем	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
	ских сетей.				
3.	<b>Раздел 3. Потери мощности и энергии в электрических сетях.</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 1.</b> Потери мощности в элементах электрических сетей. Потери энергии в электрических сетях.	Практическая работа № 3. Определение потерь мощности в элементах электрических сетей.	УК-1(УК-1.2), УК-2(УК-2.2), ПКос-2(ПКос-2.1)	Решение задач	2
		Практическая работа № 4. Определение потерь энергии в электрических сетях	УК-1(УК-1.2), УК-2(УК-2.2), ПКос-2(ПКос-2.1)	Решение задач	2
4.	<b>Раздел 4. Расчеты установившихся режимов разомкнутых электрических сетей.</b>				<b>4/2</b>
	<b>Тема 1.</b> Расчет режима напряжений в линии. Расчет напряжения на шинах подстанций. Расчет режима разомкнутых питающих сетей	Лекция №2. Расчет режима напряжений в линии. Расчет напряжения на шинах подстанций.	УК-1(УК-1.2), УК-2(УК-2.2), ПКос-2(ПКос-2.1)		2
		Практическая работа № 5. Определение напряжения в конце линии. Определение напряжения на стороне низшего напряжения понижающей подстанции.	УК-1(УК-1.2), УК-2(УК-2.2), ПКос-2(ПКос-2.1)	Решение задач	2/2

#### 4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Общие сведения об электрических сетях и системах.</b>		
1.	Тема 1. Назначение электрических сетей. Применение цифровых технологий при расчете режимов сети.	Основная терминология. Способы canalизации электроэнергии. Компьютерные программы для расчета режима сети. (УК-1 (УК-1.2), УК-2 (УК-2.2), ПКос-2 (ПКос-2.1))
<b>Раздел 2. Схемы замещения элементов электрической сети и определение их параметров.</b>		
2.	Тема 1. Схемы замещения линий. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.	Симметричный установившийся режим линии. (УК-1 (УК-1.2), УК-2 (УК-2.2), ПКос-2 (ПКос-2.1))
	Тема 2. Представление электрических нагрузок в расчетах электрических сетей.	Расчетные нагрузки узла сети. (УК-1 (УК-1.2), УК-2 (УК-2.2), ПКос-2 (ПКос-2.1))
<b>Раздел 3. Потери мощности и энергии в электрических сетях.</b>		
3.	Тема 1. Потери мощности в элементах электрических сетей. Потери энергии в электрических сетях.	Расчетная нагрузка. Графики нагрузок. Время использования максимальной нагрузки. Время максимальных потерь. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. (УК-1 (УК-1.2), УК-2 (УК-2.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)).
<b>Раздел 4. Расчеты установившихся режимов разомкнутых электрических сетей.</b>		
4.	Тема 1. Расчет режима напряжений в линии. Расчет напряжения на шинах подстанций.	Потеря напряжения. Падение напряжения. Регулирование напряжения на трансформаторах. (УК-1.2, УК-2.2, ПКос-2.1).
5.	Тема 2. Расчет режима разомкнутых сетей.	Расчет режима разомкнутых сетей местного значения. (УК-1 (УК-1.2), УК-2 (УК-2.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)).

#### 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Передача и распределение электроэнергии» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы инновационных технологий.

Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и инновационным технологиям:

- основные формы теоретического обучения: лекции, консультации, зачет;

- основные формы практического обучения: практические занятия;
- дополнительные формы организации обучения: контрольная работа и самостоятельные работы студентов.

#### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Передача и распределение электроэнергии» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, решение типовых задач, выполнение контрольной работы.

**Промежуточный контроль знаний:** зачет.

Для допуска к зачету по курсу необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, выполнить контрольную работу.

#### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1). При изучении дисциплины «Передача и распределение электроэнергии» предусмотрена контрольная работа (К).

Контрольная работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных материалов. Контрольная работа носит расчетный характер и обязательно выполняется в электронных таблицах Excel. Оформляется Контрольная работа в текстовом редакторе Word.

Примерная тематика контрольной работы:

Построить схему замещения электропередачи, определить ее параметры. По заданным нагрузкам в режиме максимальной мощности на шинах среднего и низшего напряжений и времени использования максимальной нагрузки определить потери энергии в электропередаче. Контрольная работа носит расчетный характер и обязательно выполняется в электронных таблицах Microsoft Excel, математическом пакете Mathcad. Оформляется работа в текстовом редакторе Microsoft Word.

#### 2) Типовые задачи по разделу 2. Схемы замещения элементов электрической сети и определение их параметров.

1. Найти емкостную проводимость линии с проводами АС-240, если  $D_{ср} = 7\text{ м}$ ,  $l = 70\text{ км}$ .

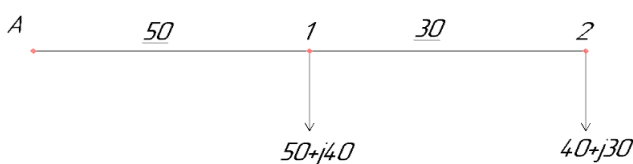
2. Определить параметры схемы замещения ТДН-10000/110:

$$U_{ном ВН} = 115\text{ кВ}; \Delta P_{лх} = 14\text{ кВт}; \Delta P_{кз} = 60\text{ кВт}; I_{лх} = 0,9\%; \Delta U_{кз} = 10,5\%$$

3). Примерный перечень задач, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):

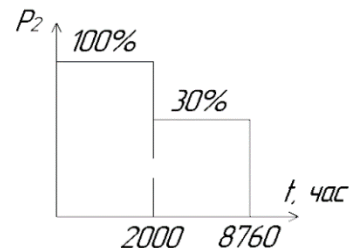
1. Найти мощность, генерируемую линией 330 кВ АС-400, длиной 300 км,  $D = 8\text{ м}$ , провода диаметром 30 мм расщеплены на 2 провода с расстоянием между ними 40 см.

2. Найти потери энергии на участке А-1; используя графики по продолжительности дня



нагрузок 1 и 2.  
 $U_A = 230$  кВ; провод АС-300.

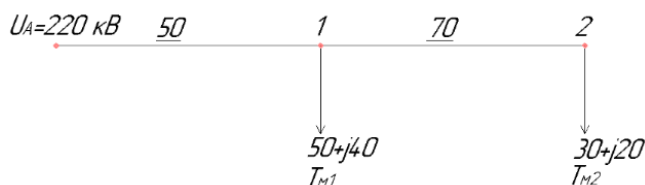
3. Найти  $r_3$  и  $x_3$  схемы замещения трехобмоточного трансформатора:  $S_{НОМ} = 25$  МВА;  $\Delta U_{КЗ BC} = 12,5\%$ ;  $U_{НОМ} = 115$  кВ;  $\Delta U_{КЗ CH} = 8\%$ ;  $\Delta P_{КЗ BC} = 135$  кВт;  $S_B/S_C/S_H = 100/100/100$ ;  $\Delta U_{КЗ BH} = 35\%$ .



4. Определить параметры схемы замещения линии 110 кВ длиной 80 км, провод марки АС-120,  $D = 5$  м.

5. Найти сопротивление обмотки ВН автотрансформатора мощностью  $S_{НОМ} = 63000$  кВА;  $\Delta P_{КЗ BC} = 215$  кВт;  $\Delta U_{КЗ BC} = 11\%$ ;  $\Delta U_{КЗ BH} = 35\%$ ;  $\Delta U_{КЗ CH} = 22\%$ ;  $U_{НОМ} = 345$  кВ;  $I_{ХХ} = 1\%$ .

6. Найти потери энергии в линии:



Провод АС-300;  $T_{M1} = 4000$  ч;  
 $T_{M2} = 5000$  ч.

### Пример экзаменационного билета для промежуточного контроля знаний обучающихся (зачета):



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
 МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
 (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

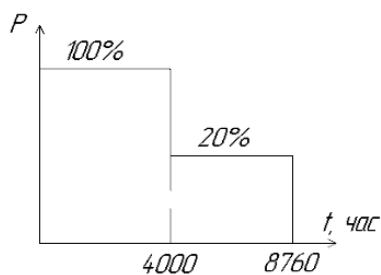
Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
 Кафедра «Электроснабжение и электротехника им. академика И.А. Будзко»  
 Дисциплина «Передача и распределение электроэнергии»  
 Курс 3 Семестр – 5, зачет  
 Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
 (академический бакалавриат)  
 Направленность: «Электроснабжение»

#### БИЛЕТ № 1

1. Определить потери мощности в кабельной линии 10 кВ длиной  $l = 2$  км, с медными жилами, сечением  $F = 50$  мм<sup>2</sup> при нагрузке  $S = 2 + j3$  МВА.

2. Определить параметры схемы замещения ТДН-10000/110:  
 $U_{НОМ BH} = 115$  кВ;  $\Delta P_{ХХ} = 14$  кВт;  $\Delta P_{КЗ} = 60$  кВт;  $I_{ХХ} = 0,9\%$ ;  $\Delta U_{КЗ} = 10,5\%$

3. Определить потери энергии за год в трансформаторе (см. задачу №2) при графике нагрузки:



$$100\% = 7000 \text{ кВт} = P$$

$$\cos\varphi = 0,9$$

Лектор курса, доцент \_\_\_\_\_

Н.А. Стушкина

Утверждаю:  
заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Н.А. Стушкина

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для допуска к зачету по дисциплине «Передача и распределение электроэнергии» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, выполнение контрольной работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Передача и распределение электроэнергии» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

В учебном процессе применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Передача и распределение электроэнергии» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Критерии выставления «зачета» по системе: «зачет», «незачет» представлены в таблице 6.

Таблица 6

### Критерии оценивания результатов обучения (зачет)

Оценка	Критерии оценивания
«зачет»	оценка «зачет» выставляется студенту, если студент обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе демонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение материала; допущено было не более одной ошибки в содержании задания, а также не более одной неточности при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы; выполнил контрольную работу; использовал примеры из дополнительной литературы и практики; сделал вывод по излагаемому материалу; знает авторов – исследователей (ученых) по данной проблеме. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный и выше.</b>
«незачет»	оценка «незачет» выставляется студенту, если студент не знает значительную часть программного материала; допускает существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения, полное незнание литературы и источников по теме вопроса, отсутствие ответов на дополнительно заданные вопросы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Поспелов, Григорий Ефимович. Электрические системы и сети : учебник для вузов / Г.Е.Поспелов, П.В.Лычев, В.Т.Федин; Под ред. В.Т.Федина. - Мн. : УП "Технопринт", 2004. - 711 с. : ил. - Библиогр.: с. 697-699. - ISBN 985-464-352-2 : (В пер.) 214р. 83к.

2. Азаров, Владислав Сергеевич. Передача и распределение электроэнергии в примерах и решениях. Ч.1: учебное пособие / В. С. Азаров, Н. А. Стушкина; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019 — 143 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo459.pdf>.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Жежеленко, И.В. Основные направления повышения эффективности производства, передачи и распределения электрической энергии [Электронный ресурс] // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. — Электрон. дан. — 2018. — № 1. — С. 28-35. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/issue/309284>.

2. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л.Файбисовича. - М. : Изд-во НИЦ ЭНАС, 2005. - 314 с. - ISBN 5-93196-542-4 : (В пер.) 413р.

3. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие для вузов / А.А.Герасименко, В.Т.Федин. - Ростов н/Д ; Красноярск : Феникс : Издательские проекты, 2006. - 720 с. : табл. и схем. - (Высш. образование). - Библиогр.: с. 667-671. - ISBN 5-222-08485-X (Феникс). - ISBN 5-98399-023-3 (Издательские проекты) : (В пер.) 304р.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. Правила устройства электроустановок: 7-е издание (ПУЭ)/ Главгосэнергонадзор России. М.: Изд-во ЗАО «Энергосервис», 2007. 610 с.

2. Развитие цифровой экономики в России. Программа до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р. 2. ГОСТ 32144 2013.

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Передача и распределение электроэнергии» являются лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, практические занятия в группах. По курсу предусмотрено выполнение контрольной работы. На лекциях излагается теоретический материал, практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Программы: Microsoft Office (Word, Excel, Power Point), Интернет, электронные ресурсы технических библиотек.

а) Каталоги электрооборудования и трансформаторов, изготавливаемых заводами России, etc. (интернет-ресурс) (открытый доступ).

б) Информационные центры России

- с) Всероссийский институт научной и технической информации РАН (ВИНИТИ РАН) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- д) Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИ-Центр) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- е) Защита интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- ф) Российский научно-технический центр по стандартизации (СТАНДАРТИНФОРМ) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- г) <https://cyberleninka.ru> научная электронная библиотека «КиберЛенинка»
- h) Математическая программа с графическим редактором SMath Studio <https://ru.smath.com/>

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 2. Схемы замещения элементов электрической сети и определение их параметров.	MS Word MS Power Point MS Excel Zoom Microsoft Teams Mirapolis Virtual Room Miro Jamboard	Оформительская Презентация Расчетная Программный продукт для математических расчетов Виртуальная доска	Microsoft Miro Google	2010
2.	Раздел 3. Потери мощности и энергии в электрических сетях.	MS Word MS Power Point MS Excel Zoom Microsoft Teams Mirapolis Virtual Room Miro Jamboard	Оформительская Презентация Расчетная Программный продукт для математических расчетов Виртуальная доска	Microsoft Miro Google	2010

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 8

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
---	---



1	2
24 корпус, аудитория № 106 Компьютерный класс	1. Компьютеры – 18 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки	

\* оборудование , используемое для практической подготовки

### 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Учебный курс «Передача и распределение электроэнергии» является основополагающим для студентов, обучающихся по направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение». В этом курсе студент получает знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при расчете режимов работы электрических сетей. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по выбранному направлению.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Передача и распределение электроэнергии» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчеты при обработке экспериментальных данных и осуществлять их графическую интерпретацию с использованием интерактивных программных сред.
2. На практических занятиях обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты. Максимально использовать возможности практик на предприятии для изучения всего электрооборудования, имеющегося на предприятии, стремиться принять участие в ремонте электрических машин и трансформаторов.
3. Регулярно посещать тематические выставки, например, международный форум «Электрические сети», «Золотая осень» и др.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

практические занятия

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (контрольная работа).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

**Контрольную работу** рекомендуется выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать материал и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы лектора по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан получить у преподавателя индивидуальное задание, выполнить его в письменном виде и сдать.

#### **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Формы организации учебного процесса по дисциплине «Передача и распределение электроэнергии» являются лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов.

Преподавание инженерной дисциплины «Передача и распределение электроэнергии» требует особых методических подходов вследствие специфики общей подготовки студентов.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий. Они должны дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых вопросах.

Объем читаемых лекций определяется графиком изучения дисциплины. Каждая лекция должна делиться на три части: введение, основная часть (учебные вопросы) и заключение.

Лекции должны иметь логическую связь с ранее изученным материалом и быть ориентированы на последующее применение излагаемого материала.

Для этой цели во введении к лекции преподаватель формулирует тему, учебные вопросы, отражающие содержание лекции и четко определяет цель данной лекции. Начиная изложение рассматриваемого материала, преподаватель устанавливает логическую связь данной лекции с предыдущим материалом и изучаемыми ранее дисциплинами. Введение должно занимать не более 10 минут, но должно полностью подготовить студента к восприятию излагаемого далее основного содержания.

Поскольку объем лекций ограничен, то планируемый в лекциях материал должен отражать только основное содержание изучаемого вопроса, сочетаясь с примерами и, при необходимости, иллюстрируясь плакатами и другими техническими средствами обучения. При этом не следует, по возможности, включать в лекцию громоздкие выводы, пояснения и тому подобный материал, однако в таких случаях необходимо обязательно указывать разделы рекомендуемой литературы, где можно получить убедительные ответы на возникшие вопросы. Кроме этого, в лекции обращается внимание студентов на те вопросы изучаемого материала, которые он должен изучить самостоятельно по указанной в методических указаниях по данной дисциплине литературе.

В заключительной части лекций преподаватель должен подвести итог и сформулировать общие выводы, вытекающие из содержания основной части лекции, и еще раз обратить внимание на тот объем материала, который подлежит самостоятельному изучению.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного материала, выполнение контрольной работы, изучение дополнительной литературы, подготовку к сообщению на практических занятиях и конференциях.

Изучение курса сопровождается постоянным контролем самостоятельной работы студентов, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель.

Преподавание дисциплины основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы студентов. Под руководством преподавателя студенты должны самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям.

**Программу разработал:**

Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_