



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Филиал в г. Белорецк  
Д.Р. Хамзина  
«МГТУ» и  
г. Белорецк 12.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации

15.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорецк


12.03.2021 г. протокол № 7

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиС, канд. техн. наук  О.А. Сарапулов

Рецензент:

начальник лаборатории АО БМК,  Ю.И. Кузнецов

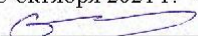


**Лист актуализации рабочей программы**

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от 15 октября 2021 г. № 2  
Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Электроэнергетика» является ознакомление студентов с особенностями различных типов электростанций, участвующих в выработке электроэнергии, основным электрооборудованием и главными схемами электрических соединений электростанций и районных подстанций, линиями электропередачи переменного и постоянного тока сверхвысокого и ультравысокого напряжений, характеристиками и параметрами электрических сетей и систем, элементами теории передачи энергии по линиям электрической сети.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Электроэнергетика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика

Физика

Теоретические основы электротехники

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Электрические машины

Общая энергетика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электроэнергетика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ОПК-4.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования
ОПК-4.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей качества работы электрических цепей и машин

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 106,85 академических часов;
- аудиторная – 102 академических часов;
- внеаудиторная – 4,85 академических часов;
- самостоятельная работа – 73,45 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Раздел. Производство электрической энергии								
1.1 Типы электрических станций. Основное оборудование электрических станций и подстанций	4	4		4	6	Подготовка к написанию АКР № 1	Написание АКР № 1	ОПК-4.1 ОПК-4.2
1.2 Главные схемы электрических станций и подстанций.		4		4	6	Подготовка к выполнению практической работы "Токопроводы. Конструктивное исполнение". Выполнение практического занятия "Расчет токопроводов." Подготовка к написанию АКР № 1	Написание АКР № 1	ОПК-4.1 ОПК-4.2
1.3 Схемы электроснабжения собственных электростанций		4		2	4	Подготовка к написанию АКР № 1	Написание АКР № 1	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу		12		10	16			
2. 2. Раздел. Энергетические системы								
2.1 Режимы энергетических систем. Управление электроэнергетическими системами.	4	4		4	6	Выполнение практического занятия "Расчет режимов сложноразветвленной сети." Подготовка к написанию АКР № 2	Защита практического занятия "Расчет режимов сложноразветвленной сети." Написание АКР № 2.	ОПК-4.1 ОПК-4.2

2.2	Баланс активных и реактивных мощностей энергетической системы. Зависимость частоты и напряжения от баланса мощностей электроэнергетической системы		4		4	6	Подготовка к написанию АКР № 2	Написание АКР № 2	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу			8		8	12			
3. 3. Раздел. Передача и распределение электрической энергии									
3.1	Назначение и классификация электрических сетей. Графики электрических нагрузок	4	4		4/4И	6	Выполнение практического занятия "Определение времени использования максимума нагрузки и время максимальных потерь."	Защита практического занятия "Определение времени использования максимума нагрузки и время максимальных потерь."	ОПК-4.1 ОПК-4.2
3.2	Представление нагрузок в расчетных схемах электрических сетей. Активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий. Активная и емкостная проводимость воздушных и кабельных линий.		4		4/2И	6	Выполнение практического занятия "Построение векторной диаграммы ЛЭП."	Защита практического занятия "Построение векторной диаграммы ЛЭП."	ОПК-4.1 ОПК-4.2
3.3	Схемы замещения линий электрических сетей. Схемы замещения трансформаторов.		4		4	6	Выполнение практического занятия "Определение параметров схем замещения трансформаторов." Выполнение практического занятия "Определение параметров схем замещения ЛЭП."	Защита практического занятия "Определение параметров схем замещения трансформаторов." Защита практического занятия "Определение параметров схем замещения ЛЭП."	ОПК-4.1 ОПК-4.2
3.4	Потери мощности и энергии в электрических сетях (в линиях, трансформаторах и др. элементах сети). Расчет режимов электрической сети. Расчет линии по току нагрузки. Расчет линии по мощности нагрузки. Приближенные методы определения потерь напряжения.		4		4	4	Подготовка к написанию АКР № 3 Выполнение практического задания "Расчет линии по току нагрузки." Защита практического занятия "Расчет линии по мощности нагрузки."	Защита практического занятия "Расчет линии по току нагрузки." Защита практического занятия "Расчет линии по мощности нагрузки."	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу				16		16/6И	22		

4. 4.Раздел. Повреждения и ненормальные режимы работы энергетических систем.								
4.1 Типы автоматических устройств релейной защиты и их функции	4	4		4	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Составление конспекта по предлагаемой литературе	Тест	ОПК-4.1 ОПК-4.2
4.2 Устройства вторичной коммутации. Источники оперативного тока, их виды, назначение.		4		4	6	Составление схем замещения элементов электрических сетей и определение их параметров	Защита практического занятия -Составление схем замещения элементов электрических сетей и определение их параметров	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу		8		8	12			
5. 5.Раздел. Автоматическое управление элементами энергетических систем								
5.1 Автоматическое повторное включение (АПВ). Назначение и виды АПВ.	4	4		4	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Составление конспекта по предлагаемой литературе	Подготовка доклада	ОПК-4.1 ОПК-4.2
5.2 Автоматическое включение резервного питания (АВР). Назначение АВР.		3		5	5,45	Изучение принципиальных схем понизительных, преобразовательных и инверторных подстанций электроэнергетических систем	Контрольная работа	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу		7		9	11,45			
Итого за семестр		51		51/6И	73,45		экзамен	
Итого по дисциплине		51		51/6И	73,45		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электроэнергетика» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электроэнергетика» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе оформления отчетов и анализе результатов практических работ, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Антонов, С.Н. Проектирование электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ С.Н. Антонов, Е.В. Коноплев, П.В. Коноплев, А.В. Ивашина; Ставропольский гос. аграрный ун-т. – Ставрополь, 2014. – 104 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514943>.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Ершов, Ю.А. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев и др. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ISBN 978-5-7638-2555-8. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/492157>

2. Гибадуллин, И. А. Основные направления развития электроэнергетики [Интернет-журнал "Науковедение", Вып. 2 (21), 2014, стр. -] - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/482142>

### **в) Методические указания:**

1. Корнилов, Г.П. Расчет напряженности электрического поля воздушной линии электропередач [Текст]: методические указания к лабораторной работе №4 по дисциплинам «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», «Управление качеством электрической энергии» для студентов направлений 140400.62, 140400.68 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Электроснабжение» всех форм обучения / Г.П. Корнилов, М.В. Котов, А.А. Николаев.- Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 14 с.

### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**



### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA v.6(Белорецк)	К-169-09 от 16.11.2009	бессрочно
MS Office 2007(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
MS Windows 7(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

Межфакультетская лаборатория моделирования систем электроснабжения (217) Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:

Стенд лабораторный ЭЭ1-Л-Н-Р «Модель электротехнической системы».

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, мультимедийный проектор, экран

Помещения для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования

### Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

*По дисциплине «Электроэнергетика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.*

*Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.*

### **Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):**

#### **АКР №1 «Производство электрической энергии»**

- №1. Перечислите типы электрических станций, участвующих в выработке электроэнергии.
- №2. Каковы основные особенности технологического процесса производства электроэнергии на конденсационных электростанциях (КЭС)?
- №3. Каковы основные особенности технологического процесса производства электроэнергии на теплофикационных электростанциях (ТЭЦ)?

#### **АКР №2 «Электроэнергетические системы»**

- №1. Сформулируйте назначение и дайте общую характеристику электроэнергетических систем.
- №2. Каковы преимущества объединенных энергетических систем?
- №3. Когда началось формирование Единой энергетической системы в России? Что сыграло решающую роль на первом этапе работы?

#### **АКР №3 «Передача и распределение электрической энергии.»**

- №1. Что принимается за номинальное напряжение электрических сетей, генераторов, трансформаторов?
- №2. Какие виды графиков электрических нагрузок используются при проектировании? Для чего они служат?
- №3. Что представляют собой обобщенные статические характеристики мощности нагрузки электрической системы по напряжению и частоте?

### **Примерные практические задания (ПЗ):**

#### **ПЗ №1 «Расчет токопроводов»**

- № 1. Выбрать токопровод на напряжение 10 кВ с целью передачи мощности 35 МВт,  $\cos\varphi=0,8$ , на расстояние 500 м. Мощность короткого замыкания на источнике питания составляет 200 МВА.
- № 2. Трубчатый токопровод крепится на подвесных изоляторах при симметричном расположении фаз по вершинам равностороннего треугольника. Первоначальное крепление изоляторов осуществляется через 20 м. Определить, является ли принятая длина пролета допустимой.
- № 3. Кабельная линия питает двигатель мощностью 25 кВт,  $\cos\varphi=0,91$ , ПВ=60%. Длина линии 15 м. Кабель проложен в канале. Помещение не относится к взрывоопасным. Продолжительность рабочего периода составляет 4 мин. Необходимо выбрать марку и сечение кабельной линии.

#### **ПЗ №2 «Расчет режимов сложносвязанной сети»**

На рисунке показан граф сети с двумя источниками питания, пятью электрическими нагрузками пунктов и номерами линий. Выполнить расчет распределения потоков мощности по участкам сети методом преобразования сети. Примем, что напряжения питательных пунктов равны по величине и совпадают по фазе.

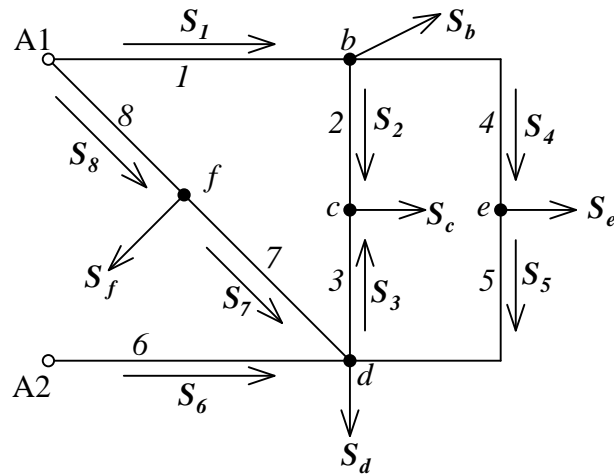


Рис. Сложно-замкнутая сеть

**ПЗ №3 «Определение времени использования максимума нагрузки и время максимальных потерь»**

Для заданного годового графика электрических нагрузок определить по продолжительности определить время использования максимума нагрузки и время максимальных потерь.

**ПЗ №4 «Построение векторной диаграммы ЛЭП»**

Определить активное и индуктивное сопротивления воздушных линий электропередачи номинальным напряжением 10 кВ, протяженностью 4 км, выполненной стальными проводами ПС-25 с расположением проводов на опоре треугольником. Расстояние между проводами 1 м. Мощность нагрузки, подключенной в конце линии, составляет 560 кВА. Построить векторную диаграмму ЛЭП.

**ПЗ №5 «Определение параметров схем замещения ЛЭП»**

№ 1. Определить параметры схемы замещения линии электропередачи 110 кВ, выполненной проводом АС-70, протяженностью 40 км. Подвеска проводов горизонтальная, расстояние между проводами 4 м. В линии осуществлена транспозиция.

№ 2. Линия электропередачи 110 кВ, протяженностью 80 км выполнена проводом АС-150. Определить, как будет изменяться активное сопротивление этой линии в течение года, если минимальная температура воздуха  $-25^{\circ}\text{C}$ , а максимальная  $+30^{\circ}\text{C}$ .

№ 3. Определить, как изменится полное сопротивление воздушной линии электропередачи 220 кВ, выполненной проводом АСО-240 при горизонтальном расположении проводов с расстоянием 8 м, если: а) провода расположить в вершинах равностороннего треугольника; б) линию заменить линией электропередачи постоянного тока.

**ПЗ №6 «Определение параметров схем замещения трансформаторов»**

№ 1. Определить параметры упрощенной схемы замещения трехобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.

№ 2. Определить параметры упрощенной схемы замещения трехфазного автотрансформатора АТДЦТН-200000/220/110, у которого номинальные мощности обмоток высшего и среднего напряжения равны номинальной мощности автотрансформатора, а номинальная мощность обмотки низшего напряжения составляет 50 % от номинальной мощности автотрансформатора.

№ 3. Определить параметры упрощенной схемы замещения двухобмоточного трансформатора с расщепленными обмотками ТРДЦН-63000/230.

**ПЗ №7 «Расчет линии по току нагрузки»**

№ 1. Главная понижающая подстанция завода питается при напряжении 220 кВ по линии электропередачи протяженностью 160 км, выполненной проводом АСО – 400. Напряжение на шинах источника питания в момент максимальной нагрузки ( $116000 + j87000$  кВА) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а также напряжение на шинах понижающей подстанции.

Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:

АСО-400:  $r_0 = 0,08$  Ом/км,  $x_0 = 0,414$  Ом/км,  $q_0 = 0,145$  Мвар.

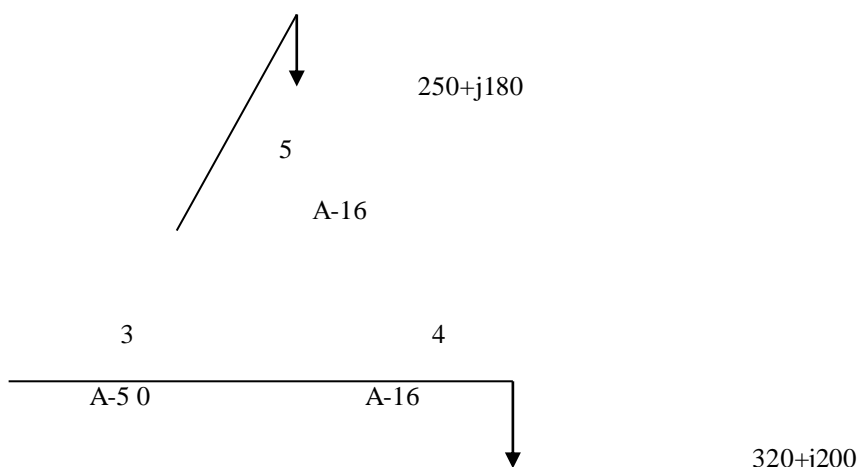
Выполнить расчет линии по току нагрузки по параметрам конца.

№ 2. Трансформаторная подстанция с трансформатором мощностью 1000 кВА питается при напряжении 6 кВ от главной распределительного пункта по кабельной линии протяженностью 2,2 км, выполненной кабелем ААБ (3 X 95). На стороне низшего напряжения трансформатора подключена нагрузка, потребляющая мощность ( $420 + j330$ ) кВА. Определить потери напряжения в линии и трансформаторе.

Выполнить расчет линии по току нагрузки по параметрам начала.

### ПЗ №8 «Расчет линии по мощности нагрузки»

Найти наибольшую потерю напряжения в сети 6 кВ, показанной на рисунке. Мощности нагрузок (кВА) и протяженности участков (км) указаны на схеме.



Рисунок

Погонные сопротивления провода:

А-50:  $r_0 = 0,64$  Ом/км,  $x_0 = 0,355$  Ом/км.

А-16:  $r_0 = 1,98$  Ом/км,  $x_0 = 0,377$  Ом/км.

Выполнить расчет линии по мощности нагрузки.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин		
ОПК-4.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования	<p><u>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</u></p> <p>Назначение и классификация электрических сетей.            Основные характеристики электрических нагрузок.            Представление характеристик в расчетных схемах электрических сетей.            Активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий.            Активная и емкостная проводимость воздушных и кабельных линий.            Схемы замещения линий электрических сетей.            Схемы замещения трансформаторов.            Потери мощности в электрических сетях.            Потери электроэнергии в электрических сетях.            Натуральная мощность линии электропередачи.            Дальние электропередачи переменного тока.            Компенсированные линии переменного тока.            Круговые диаграммы линий электропередачи.            Расчет линии по току нагрузки.            Расчет линии по мощности нагрузки.            Определение потерь напряжения.</p> <p>Назначение и условия функционирования энергетических систем.</p> <p>Возникновение науки об электроэнергетических системах и их режимах.</p> <p>Объединение энергетических систем.            Особенности функционирования энергетических систем.            Управление электроэнергетическими системами.            Планирование и проектирование развития энергетических систем.</p>



Режимы энергетических систем.

Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме.

Регулирование частоты и напряжения в энергосистеме.

**Примерные практические задания для экзамена:**

1. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением  $U_{ном}=110$  кВ протяжённостью  $l=35$  км, выполненной проводами АС-185/29 на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов. Привести схему замещения. Вычислить зарядный ток и зарядную мощность линии.

2. Определить параметры упрощённой схемы замещения трёхобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.

3. Главная понижающая подстанция завода питается при напряжении 220 кВ по линии электропередачи протяжённостью 160 км, выполненной проводом АСО – 400. Напряжение на шинах источника питания в момент максимальной нагрузки ( $116000+j87000$  кВА) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а также напряжение на шинах понижающей подстанции. Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:

АСО-400:

$r_0 = 0,08$  Ом/км,  $x_0 = 0,414$  Ом/км,  $q_0 = 0,145$  Мвар.

1. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением  $U_{ном}=110$  кВ протяжённостью  $l=35$  км, выполненной проводами АС-185/29 на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов. Привести схему замещения. Вычислить зарядный ток и зарядную мощность линии.

2. Определить параметры упрощённой схемы замещения трёхобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.

3. Главная понижающая подстанция завода питается при напряжении 220 кВ по линии электропередачи протяжённостью 160 км, выполненной проводом АСО – 400. Напряжение на шинах источника питания в момент максимальной нагрузки ( $116000+j87000$  кВА) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а

также напряжение на шинах понижающей подстанции. Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:

АСО-400:

$$r_0 = 0,08 \text{ Ом/км}, x_0 = 0,414 \text{ Ом/км}, q_0 = 0,145 \text{ Мвар.}$$

1. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением  $U_{\text{ном}}=110$  кВ протяжённостью  $l=35$  км, выполненной проводами АС-185/29 на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов. Привести схему замещения. Вычислить зарядный ток и зарядную мощность линии.

2. Определить параметры упрощённой схемы замещения трёхобмоточного трансформатора ТДН-25000/110.

3. Главная понижающая подстанция завода питается при напряжении 220 кВ по линии электропередачи протяжённостью 160 км, выполненной проводом АСО–400. Напряжение на шинах источника питания в момент максимальной нагрузки ( $116000+j87000$  кВА) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а также напряжение на шинах понижающей подстанции. Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:

АСО-400:

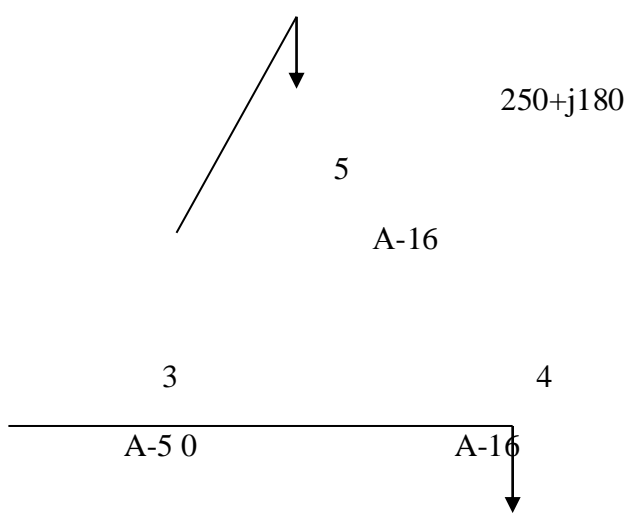
$$r_0 = 0,08 \text{ Ом/км}, x_0 = 0,414 \text{ Ом/км}, q_0 = 0,145 \text{ Мвар.}$$

### **Практическое задание «Определение параметров схем замещения ЛЭП»**

№ 1. Определить параметры схемы замещения линии электропередачи 110 кВ, выполненной проводом АС-70, протяжённостью 40 км. Подвеска проводов горизонтальная, расстояние между проводами 4 м. В линии осуществлена транспозиция.

№ 2. Линия электропередачи 110 кВ, протяжённостью 80 км выполнена проводом АС-150. Определить, как будет изменяться активное сопротивление этой линии в течение года, если минимальная температура воздуха  $-25^{\circ}\text{C}$ , а максимальная  $+30^{\circ}\text{C}$ .

№ 3. Определить, как изменится полное сопротивление воздушной линии электропередачи 220 кВ, выполненной проводом АСО-240 при горизонтальном расположении проводов с расстоянием 8 м, если: а)

		<p>провода расположить в вершинах равностороннего треугольника; б) линию заменить линией электропередачи постоянного тока.</p> <p><b>«Расчет линии по мощности нагрузки»</b></p> <p>Найти наибольшую потерю напряжения в сети 6 кВ, показанной на рисунке. Мощности нагрузок (кВА) и протяженности участков (км) указаны на схеме.</p>  <p style="text-align: right;">Рисунок</p> <p>Погонные сопротивления провода:</p> <p>A-50: <math>r_0 = 0,64 \text{ Ом/км}</math>, <math>x_0 = 0,355 \text{ Ом/км}</math>.</p> <p>A-16: <math>r_0 = 1,98 \text{ Ом/км}</math>, <math>x_0 = 0,377 \text{ Ом/км}</math>.</p> <p>Выполнить расчет линии по мощности нагрузки.</p>
ОПК-4.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей качества работы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация электрических станций.</li> <li>2. Тепловые конденсационные электростанции.</li> <li>3. Теплофикационные электростанции.</li> <li>4. Атомные электростанции.</li> <li>5. Типы и конструктивное исполнение синхронных генераторов.</li> <li>6. Классификация и конструктивное исполнение</li> </ol>

<p>электрических цепей и машин</p>	<p>силовых трансформаторов.  7. Синхронные компенсаторы.  8. Выключатели высокого напряжения.  9. Разъединители высокого напряжения.  10. Короткозамыкатели и отделители высокого напряжения  11. Классификация и конструктивное исполнение силовых трансформаторов.  12. Синхронные компенсаторы.  13. Выключатели высокого напряжения.  14. Разъединители высокого напряжения.  15. Короткозамыкатели и отделители высокого напряжения.  16. Главные и структурные схемы электростанций и подстанций</p> <p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>1. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением <math>U_{ном}=110</math> кВ протяжённостью <math>l=35</math> км, выполненной проводами АС-185/29 на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов. Привести схему замещения. Вычислить зарядный ток и зарядную мощность линии.</p> <p>2. Определить параметры упрощённой схемы замещения трёхобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.</p> <p>3. Главная понижающая подстанция завода питается при напряжении 220 кВ по линии электропередачи протяжённостью 160 км, выполненной проводом АСО – 400. Напряжение на шинах источника питания в момент максимальной нагрузки (<math>116000+j87000</math> кВА) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а также напряжение на шинах понижающей подстанции. Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:  АСО-400:  <math>r_0 = 0,08</math> Ом/км, <math>x_0 = 0,414</math> Ом/км, <math>q_0 = 0,145</math> Мвар.</p> <p><b>Практическое задание «Построение векторной диаграммы ЛЭП»</b></p> <p>Определить активное и индуктивное сопротивления воздушных линий электропередачи номинальным напряжением 10 кВ, протяжённостью 4 км, выполненной стальными проводами ПС-25 с расположением проводов на опоре треугольником. Расстояние между проводами 1 м. Мощность нагрузки,</p>
------------------------------------	---

		<p>подключенной в конце линии, составляет 560 кВА. Построить векторную диаграмму ЛЭП.</p> <p><b>«Определение параметров схем замещения трансформаторов»</b></p> <p>№ 1. Определить параметры упрощенной схемы замещения трехобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.</p> <p>№ 2. Определить параметры упрощенной схемы замещения трехфазного автотрансформатора АТДЦТН-200000/220/110, у которого номинальные мощности обмоток высшего и среднего напряжения равны номинальной мощности автотрансформатора, а номинальная мощность обмотки низшего напряжения составляет 50 % от номинальной мощности автотрансформатора.</p> <p>№ 3. Определить параметры упрощенной схемы замещения двухобмоточного трансформатора с расщепленными обмотками ТРДЦН-63000/230.</p>
--	--	---