



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 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	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2019 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий  
17.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой Г.П. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель С.И. Лукьянов

Согласовано:

Зав. кафедрой Автоматизированного электропривода и мехатроники

А.А. Николаев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук

О.В Газизова




Рецензент:  
начальник  
ЦЭСИП

ЦЭСИП ПАО "ММК" , канд. техн. наук  
Н.А. Николаев

**Лист актуализации рабочей программы**

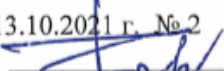
---

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от ~~02.09.2020~~ г. № ~~1~~  
Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

---

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от 13.10.2021 г. № 2  
Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

---

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.П. Корнилов

---

### **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

Информатика

Физика

Теоретические основы электротехники

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

Электрические машины

Общая энергетика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Математическое моделирование

### **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-4.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей качества работы электрических цепей и машин
ОПК-4.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования

#### 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;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часа

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. Производство электрической энергии								
1.1 Тип электрических станций. Основное оборудование электрических станций и подстанций.	4	4			7	Подготовка к написанию АКР № 1	Написание АКР № 1	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		4			7			
2. Главные схемы электрических станций и подстанций.								
2.1 Главные и структурные схемы тепловых, гидравлических, атомных электрических станций. Главные и структурные схемы подстанций. Общая характеристика коммутационных аппаратов: высоковольтных выключателей, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, низковольтных автоматических выключателей.	4	4		4/2И	7	Выполнение практического занятия "Токопроводы. Конструктивное исполнение. Расчет токопроводов." Подготовка к написанию АКР № 1	Защита практического занятия "Токопроводы. Конструктивное исполнение. Расчет токопроводов." Написание АКР № 1	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		4		4/2И	7			
3. Схемы электроснабжения собственных нужд электростанций								

3.1 Общая характеристика потребителей собственных нужд тепловых, гидравлических, атомных электростанций. Схемы электроснабжения потребителей собственных нужд	4	2			7	Подготовка к написанию АКР № 1	Написание АКР № 1	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		2			7			
4. Энергетические системы. Режимы энергетических систем. Управление электроэнергетическими системами.								
4.1 Общая характеристика электроэнергетической системы. Достоинства и недостатки объединенных энергосистем. Виды режимов энергетических систем. Способы управления режимами энергосистем.	4	8		8/2И	7	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
Итого по разделу		8		8/2И	7			
5. Баланс активных и реактивных мощностей энергетической системы.								
5.1 Баланс активных и реактивных мощностей энергетической системы. Зависимость частоты и напряжения от баланса мощностей электроэнергетической системы. Последствия нарушения баланса мощностей в энергосистеме. Компенсирующие устройства.	4	3			7	Подготовка к написанию АКР № 2	Написание АКР № 2	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		3			7			
6. Назначение и классификация электрических сетей. Графики электрических								
6.1 Виды электрических сетей и их классификация. Построение графиков электрических нагрузок. Виды графиков электрических нагрузок. Графики нагрузки по продолжительности. Время использования наибольших нагрузок. Время наибольших потерь. Способы представления нагрузок. Статические характеристики нагрузки.	4	6		6	7	Выполнение практического занятия "Определение времени использования максимума нагрузки и время максимальных потерь." Подготовка к написанию АКР №3.	Защита практического занятия "Определение времени использования максимума нагрузки и время максимальных потерь." Написание АКР №3.	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		6		6	7			
7. Воздушные и кабельные линии и их схемы замещения								

7.1 Активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий. Активная и емкостная проводимость воздушных и кабельных линий. Схемы замещения линий электрических сетей.	4	5		7/2И	7	Выполнение практического занятия "Воздушные линии электропередачи . Кабельные линии электропередачи . Определение параметров схем замещения ЛЭП."	Защита практического занятия "Воздушные линии электропередачи. Кабельные линии электропередачи. Определение параметров схем замещения ЛЭП."	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		5		7/2И	7			
8. Виды трансформаторов в электроэнергетике. Схемы замещения трансформаторов.								
8.1 Общая характеристика силовых и измерительных трансформаторов. Силовые двухобмоточные, трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы. Их схемы замещения. Опыты	4	5		8	7	Выполнение практического занятия "Определение параметров схем замещения трансформаторов." Подготовка к АКР №3.	Защита практического занятия "Определение параметров схем замещения трансформаторов." Написание АКР №3.	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		5		8	7			
9. Потери мощности и энергии в электрических сетях.								
9.1 Потери мощности и энергии в электрических сетях (в линиях, трансформаторах и др. элементах сети). Потери холостого хода и нагрузочные потери в трансформаторах. Потери электроэнергии за год .	4	6		8	7	Подготовка к написанию АКР № 3. Выполнение практической работы "Определение мощности и электроэнергии в линии и трансформаторе"	Написание АКР № 3. Защита практической работы "Определение мощности и электроэнергии в линии и трансформаторе"	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		6		8	7			
10. Расчет режимов электрической сети								

10.1 Расчет режимов электрической сети. Расчет линии по току нагрузки. Расчет по параметрам начала и конца линии. Построение векторной диаграммы линии электропередачи по параметрам конца. Расчет линии по мощности нагрузки. Приближенные методы определения потерь напряжения.	4	8		10	7	Выполнение практического занятия "Расчет линии по току нагрузки и построение векторной диаграммы токов и напряжений." Выполнение практического занятия "Расчет линии по мощности нагрузки." Выполнение практического занятия "Определение потерь напряжения."	Защита практического занятия "Расчет линии по току нагрузки и построение векторной диаграммы токов и напряжений." Защита практического занятия "Расчет линии по мощности нагрузки." Защита практического занятия "Определение потерь напряжения."	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		8		10	7			
11. Промежуточная аттестация								
11.1 Промежуточная аттестация (Экзамен)	4				3,45	Подготовка к экзамену	Экзамен	ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу					3,45			
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. Удалов С.Н. Возобновляемые источники энергии : учеб. пособие / С.Н. Удалов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. - 459 с. (Серия «Учебники НГТУ»). ISBN 978-5-7782-2467-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556622> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Папков, Б. В. Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков : учебник и практикум для вузов / Б. В. Папков, А. Л. Куликов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00721-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452083> (дата обращения: 23.10.2020).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Бурман А.П., Основы современной энергетики : в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика : учебник для вузов : в 2 т. / - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01338-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013380.html>(дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Бортник И.М., Основы современной энергетики в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика : учебник для вузов / под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева; под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - 678 с. - ISBN 978-5-383-01044-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010440.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

3. Николаева, С. И. Электроэнергетические сети и системы: Учебное пособие / Николаева С.И. - Волгоград:Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 64 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1007833> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

4. 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. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492157>(дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

5. Максимов Б.К., Электроэнергетика России после проведения реформ и основы рынка электроэнергии : учебное пособие для вузов / Максимов Б.К. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01274-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012741.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

## **в) Методические указания**

1. Методические указания для студентов по практическим работам / Составители: О. В. Газизова, И. А. Дубина, А. В. Варганова, Ю. Н. Кондрашова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 45 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

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

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MathWorks MatLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office Visio Prof 2013(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое ПО	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>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	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>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

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

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Электроэнергетика» предусмотрены следующие виды занятий: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР) и экзамен.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
типа	
<p>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:</p> <p>Межфакультетская лаборатория моделирования систем электроснабжения (217)</p>	<p>Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:</p> <p>Стенд лабораторный ЭЭ1-Л-Н-Р «Модель электротехнической системы».</p>
<p>Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Доска, мультимедийный проектор, экран</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования</p> <p>Инструменты для ремонта лабораторного оборудования</p>

## **6 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 сложнзамкнутой 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.

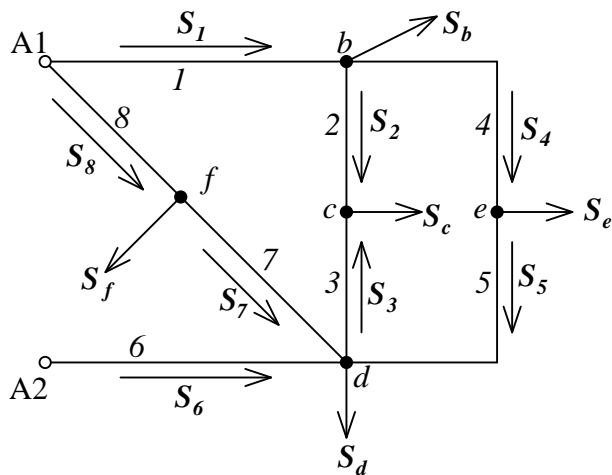


Рис. Сложно-замкнутая сеть

**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 АДЦТН-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 расцепленными 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.

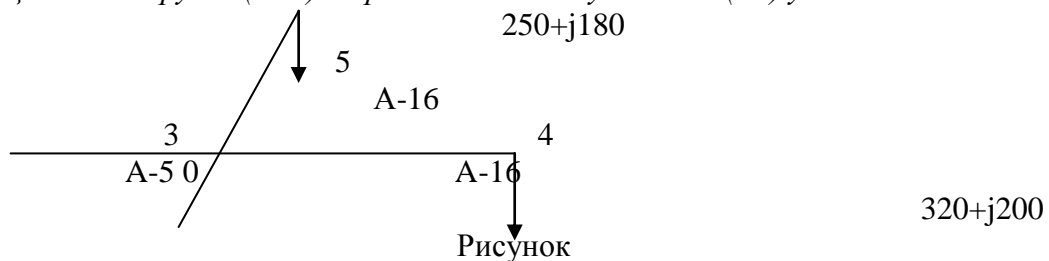
Выполнить расчет линии по току нагрузки по параметрам конца.

№ 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.



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.

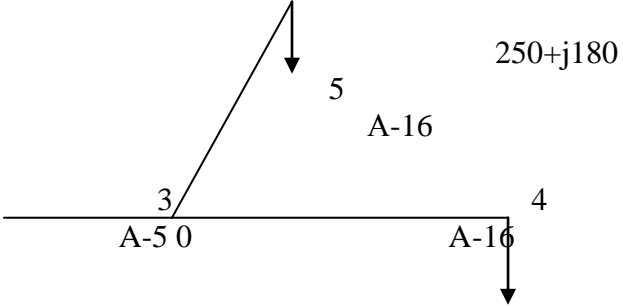
## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>Код и содержание компетенции ОПК-3: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин</b>		
ОПК-4.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение и классификация электрических сетей.</li> <li>2. Основные характеристики электрических нагрузок.</li> <li>3. Представление характеристик в расчетных схемах электрических сетей.</li> <li>4. Активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий.</li> <li>5. Активная и емкостная проводимость воздушных и кабельных линий.</li> <li>6. Схемы замещения линий электрических сетей.</li> <li>7. Схемы замещения трансформаторов.</li> <li>8. Расчет линии по току нагрузки.</li> <li>9. Расчет линии по мощности нагрузки.</li> <li>10. Классификация электрических станций.</li> <li>11. Тепловые конденсационные электростанции.</li> <li>12. Теплофикационные электростанции.</li> <li>13. Атомные электростанции.</li> <li>14. Типы и конструктивное исполнение синхронных генераторов.</li> <li>15. Классификация и конструктивное исполнение силовых трансформаторов.</li> <li>16. Выключатели высокого напряжения.</li> <li>17. Разъединители высокого напряжения.</li> <li>18. Короткозамкватели и отделители высокого напряжения.</li> <li>19. Классификация и конструктивное исполнение силовых трансформаторов.</li> <li>20. Выключатели высокого напряжения.</li> <li>21. Разъединители высокого напряжения.</li> <li>22. Короткозамкватели и отделители высокого напряжения.</li> <li>23. Главные и структурные схемы электростанций и подстанций.</li> </ol>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p><i>№ 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.</i></p> <p><i>№ 2. 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.</i></p> <p><i>№ 3. Определить параметры упрощенной схемы замещения двухобмоточного трансформатора с расщепленными обмотками ТРДЦН-63000/230.</i></p>
ОПК-4.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей качества работы электрических цепей и машин	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Синхронные компенсаторы.</li> <li>2. Регулирование частоты и напряжения в энергосистеме.</li> <li>3. Потери мощности в электрических сетях.</li> <li>4. Потери электроэнергии в электрических сетях.</li> <li>5. Управление электроэнергетическими системами.</li> <li>6. Режимы энергетических систем.</li> <li>7. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>8. <i>Определение потерь напряжения.</i>  9. <i>Назначение и условия функционирования энергетических систем.</i>  10. <i>Возникновение науки об электроэнергетических системах и их режимах.</i>  11. <i>Объединение энергетических систем.</i>  12. <i>Особенности функционирования энергетических систем.</i></p> <p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>1. <i>Найти наибольшую потерю напряжения в сети 6 кВ, показанной на рисунке. Мощности нагрузок (кВА) и протяженности участков (км) указаны на схеме.</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Рисунок</i></p> <p><i>Погонные сопротивления провода:</i>  А-50: <math>r_0 = 0,64 \text{ Ом/км}</math>, <math>x_0 = 0,355 \text{ Ом/км}</math>.  А-16: <math>r_0 = 1,98 \text{ Ом/км}</math>, <math>x_0 = 0,377 \text{ Ом/км}</math>.</p> <p><i>Выполнить расчет линии по мощности нагрузки.</i></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>2. 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.</p> <p>Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:</p> <p style="text-align: center;">АСО-400: <math>r_0 = 0,08 \text{ Ом/км}</math>, <math>x_0 = 0,414 \text{ Ом/км}</math>, <math>q_0 = 0,145 \text{ Мвар}</math>.</p> <p>3. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением <math>U_{ном}=110 \text{ кВ}</math> протяжённостью <math>l=35 \text{ км}</math>, 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>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электроэнергетика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Показатели и критерии аттестации (экзамен):

- на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Обучающийся получает отметку «зачтено» при условии выполнения и защиты всех предусмотренных лабораторных работ на оценку не ниже «удовлетворительно». При зачете оценка ставится согласно среднему балу оценок защит лабораторных работ.