



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор Филиала в г. Белорецк
Д.Р. Хамзина
г. Белорецк
15.02.2024 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

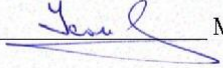
Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	3
Семестр	4

Магнитогорск
2024 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)

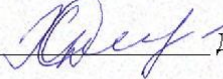
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации

02.02.2024, протокол № 5

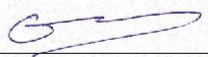
Зав. кафедрой  М.Ю. Усанов

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филiaal в г. Белорецк

15.02.2024 г. протокол № 6

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиС, канд. техн. наук,  С.М. Головизнин

Рецензент:

Начальник ЦРЭО АО «БМК»,  Д.О. Тертычный

Лист актуализации рабочей программы

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 _____ М.Ю. Усанов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Усанов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Усанов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Усанов

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

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 акад. часов, в том числе:

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

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. 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	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	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								
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	4	6		6/6И	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		6/6И	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		7/6,85И	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		7/6,85И	7			
8. Виды трансформаторов в электроэнергетике. Схемы замещения трансформаторов.								
8.1 Общая характеристика силовых и измерительных трансформаторов. Силовые двухобмоточные, двухобмоточные с расщепленной обмоткой, трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы. Их	4	5		8/1И	7	Выполнение практического занятия "Определение параметров схем замещения трансформаторов в." 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		8/1И	7			
9. Потери мощности и энергии в электрических								
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	
Итого по разделу					3,45			
Итого за семестр		51		51/17,85И	73,45		экзамен	
Итого по дисциплине		51		51/17,85И	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. Газизова, О. В. Электроэнергетика : учебное пособие [для вузов] / О. В. Газизова, И. А. Дубина ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3817.pdf&show=dcatalogues/1/1530275/3817.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1563-3. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная 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. Ушаков, В. Я. Современные проблемы электроэнергетики: Учебное пособие / Ушаков В.Я. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2014. - 447 с.: ISBN 978-5-4387-0521-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/701886> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. 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.

4. 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> (да-та обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. Электроэнергетические системы и сети: модели развития : учебное пособие для вузов / С. С. Ананичева, П. Е. Мезенцев, А. Л. Мызин ; под научной редакцией П. И. Бартоломея. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 148 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07671-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455365> (дата обращения: 17.09.2020).

9. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 360 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04321-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451023> (дата обращения: 17.09.2020).

10. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика» <https://vestnik.susu.ru/power/issue/archive>

11. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» <http://esik.magtu.ru/ru/>

12. Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета" <http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102#>

в) Методические указания:

1. Газизова О.В., Дубина И.А., Кондрашова Ю.Н., Варганова А.В. Электроэнергетика: практикум по дисциплине «Электроэнергетика» для обучающихся направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» .- Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
-----------------------------	---------------------	-----------

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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-ЛН-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, $\cos\varphi=0,91$, $PВ=60\%$. 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.

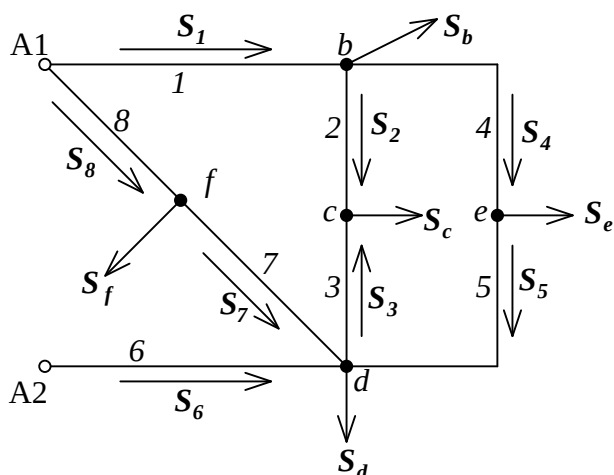


Рис. Сложно-замкнутая сеть

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°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 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.

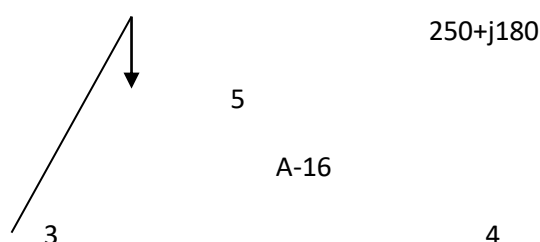
Выполнить расчет линии по току нагрузки по параметрам конца.

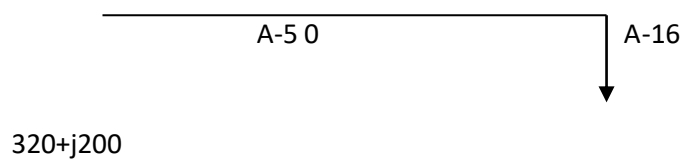
№ 2. Трансформаторная подстанция с трансформатором мощностью 1000 кВА питается при напряжении 6 кВ от главной распределительного пункта по кабельной линии протяженностью 2,2 км, выполненной кабелем ААБ (3 X 95). На стороне низшего напряжения трансформатора подключена нагрузка, потребляющая мощность ($420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

A-50: $r_0 = 0,64 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,355 \text{ Ом/км}$.

A-16: $r_0 = 1,98 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,377 \text{ Ом/км}$.

Выполнить расчет линии по мощности нагрузки.

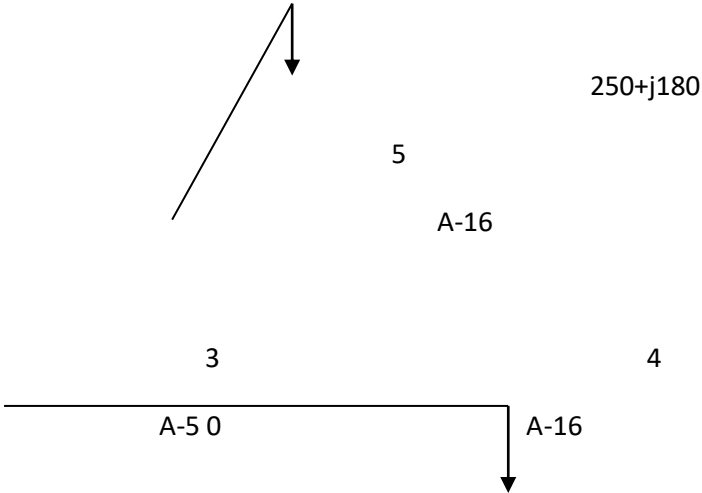
Приложение 2

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
Код и содержание компетенции ОПК-3: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин		
ОПК-3.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования	Перечень теоретических вопросов к экзамену: 1. Назначение и классификация электрических сетей. 2. Основные характеристики электрических нагрузок. 3. Представление характеристик в расчетных схемах электрических сетей. 4. Активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий. 5. Активная и емкостная проводимость воздушных и кабельных линий. 6. Схемы замещения линий электрических сетей. 7. Схемы замещения трансформаторов. 8. Расчет линии по току нагрузки. 9. Расчет линии по мощности нагрузки. 10. Классификация электрических станций. 11. Тепловые конденсационные электростанции. 12. Теплофикационные электростанции. 13. Атомные электростанции. 14. Типы и конструктивное исполнение синхронных генераторов. 15. Классификация и конструктивное исполнение силовых трансформаторов. 16. Выключатели высокого напряжения. 17. Разъединители высокого напряжения. 18. Короткозамыкатели и отделители высокого напряжения. 19. Классификация и конструктивное исполнение силовых трансформаторов. 20. Выключатели высокого напряжения.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		21. Разъединители высокого напряжения. 22. Короткозамыкатели и отделители высокого напряжения. 23. Главные и структурные схемы электростанций и подстанций. Примерные практические задания для экзамена: № 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. 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. № 3. Определить параметры упрощенной схемы замещения двухобмоточного трансформатора с расщепленными обмотками ТРДЦН-63000/230.
ОПК-3.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей качества работы электрических цепей и машин	Перечень теоретических вопросов к экзамену: 1. Синхронные компенсаторы. 2. Регулирование частоты и напряжения в энергосистеме. 3. Потери мощности в электрических сетях. 4. Потери электроэнергии в электрических сетях. 5. Управление электроэнергетическими системами.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		6. Режимы энергетических систем. 7. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме. 8. Определение потерь напряжения. 9. Назначение и условия функционирования энергетических систем. 10. Возникновение науки об электроэнергетических системах и их режимах. 11. Объединение энергетических систем. 12. Особенности функционирования энергетических систем. Примерные практические задания для экзамена: 1. Найти наибольшую потерю напряжения в сети 6 кВ, показанной на рисунке. Мощности нагрузок (кВА) и протяженности участков (км) указаны на схеме.  320+j200

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<i>Рисунок</i> <i>Погонные сопротивления провода:</i> <i>A-50: $r_0 = 0,64 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,355 \text{ Ом/км}$.</i> <i>A-16: $r_0 = 1,98 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,377 \text{ Ом/км}$.</i> <i>Выполнить расчет линии по мощности нагрузки.</i> <i>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 ($116000 + j87000 \text{ кВА}$) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а также напряжение на шинах понижающей подстанции.</i> <i>Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:</i> <i>АСО-400: $r_0 = 0,08 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,414 \text{ Ом/км}$, $q_0 = 0,145 \text{ Мвар}$.</i> <i>3. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением $U_{\text{ном}}=110 \text{ кВ}$ протяженностью $l=35 \text{ км}$, выполненной проводами АС-185/29 на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов. Привести схему замещения. Вычислить зарядный ток и зарядную мощность линии.</i>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства

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

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- 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.