



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
С.И. Лукьянов
«26» сентября 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы
Электроснабжение

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

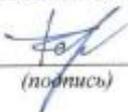
Форма обучения
Очная

| | |
|----------|---|
| Институт | энергетики и автоматизированных систем |
| Кафедра | электроснабжения промышленных предприятий |
| Курс | 4 |
| Семестр | 7 |

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 3 сентября 2015 г. № 955.

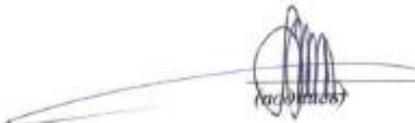
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий «05» сентября 2018 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Г.П. Корнилов/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «26» сентября 2018 г., протокол № 1.

Председатель  / С.И. Лукьянов/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена: Малафеевым А.В. – доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий, канд. техн. наук, доцент.

 / А.В. Малафеев/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент:

начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук

 / Н.А. Николаев/
(подпись) (И.О. Фамилия)



1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях» является:

- научно-техническая подготовка студента в области теории и практики оперативного управления и планирования эксплуатационных режимов систем электроснабжения, приобретение навыков самостоятельного решения научно-исследовательских и технических задач в области эксплуатации систем электроснабжения.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина « Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях»входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения основных положений следующих дисциплин:

"Электрические станции и подстанции ": коммутационное оборудование.

" Электроэнергетические системы и сети": общие принципы функционирования электроэнергетических систем.

" Переходные процессы в электроэнергетических системах ": особенности переходных режимов машин переменного тока.

«Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях» должна давать теоретическую и практическую подготовку в области оперативно-диспетчерского управления, временной и территориальной иерархии решаемых задач. В курсе должно даваться представление об оперативных переключениях в электрических сетях, регулировании нормальных режимов, предупреждении и ликвидации аварийных режимов.

Знания, умения, навыки студентов, полученные при изучении дисциплины «Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях», будут необходимы при изучении дисциплин «Эксплуатация и монтаж систем электроснабжения», "Электроснабжение", «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», при подготовке к государственному экзамену и при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) « Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|--|---|
| ПК-8 Способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса | |
| Знать | <ul style="list-style-type: none">– особенности энергосистемы и общие принципы управления энергосистемой.– способы проверки положения выключателя.– режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов. нормальный, оптимальный, послеаварийный, утяжеленный, аварийный, ремонтный режимы.– принципы действия релейной защиты и устройства резервирования при отказе выключателей в основной сети. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|--|
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> – определять оперативное состояние оборудования. – выполнять операции с выключателями. – формулировать порядок включения синхронного генератора в сеть и отключения его от сети. – определять возможную перегрузку электропередачи. – анализировать режимы, требующие применения автоматического повторного включения и включения резерва. |
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> – навыками определения категории управления оборудованием. – выполнять операции с выключателями. – разработки порядка включения в сеть синхронного компенсатора и отключения его от сети. – разработки мероприятий при понижении или повышении напряжения или частоты в сети. – определения правильности работы противоаварийной автоматики. |
| ПК-9 Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию | |
| знать | <ul style="list-style-type: none"> – общую характеристику коммутационных аппаратов. Особенности гашения дуги в выключателях. – виды блокировок. особенности перевода линии на питание с другой секции шин при наличии замкнутой реакторной связи между секциями. – последствия нарушения режима из-за неотключившегося КЗ или асинхронного хода в энергосистеме. |
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> – формулировать особенности отключение индуктивного тока. – определять порядок включения и отключения воздушных или кабельных спаренных линий. выполнять переключения в схеме РУ с двумя выключателями на цепь. – прогнозировать аварийное разделение энергосистемы на несинхронно работающие части. |
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> – навыками производства основных переключений. – навыками разработки порядка включения или отключения трехобмоточного силового трансформатора. – навыками составления бланков при выводе в ремонт выключателя в схеме с двумя выключателями на цепь. – разработки мероприятий при восстановлении полностью погашенной энергосистемы. |

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов:
 - аудиторная – 36 акад. часов;
 - внеаудиторная – 1 акад. часов
- самостоятельная работа – 71 акад. часов;

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|---|--|--|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| 1. Энергетическая система и порядок производства переключений Особенности энергосистемы. Общие принципы управления энергосистемой. Порядок переключений. Оперативное состояние оборудования. Категории управления оборудованием. Распоряжения о переключениях. Бланк переключений. Информация об окончании переключений. | 7 | 2 | 0 | 2 | 8 | Подготовка к написанию АКР № 1 " Энергетическая система и порядок производства переключений " | Написание АКР № 1 " Энергетическая система и порядок производства переключений " | ПК-8: знать особенности энергосистемы и общие принципы управления энергосистемой. уметь определять оперативное состояние оборудования. владеть навыками определения категории управления оборудованием. |
| 2. Производство основных переключений | 7 | 2 | 0 | 2/1И1 | 8 | Подготовка к написанию АКР № 1 " Энергетическая система | Написание АКР № 1 " Энергетическая система и | ПК-9: знать общую |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|---|--|--|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| Общая характеристика коммутационных аппаратов. Особенности гашения дуги в выключателях. Отключение индуктивного тока. Особенности использования для отключения разъединителей. | | | | | | и порядок производства переключений " | порядок производства переключений " | характеристику коммутационных аппаратов. Особенности гашения дуги в выключателях. уметь формулировать особенности отключение индуктивного тока. владеть навыками производства основных переключений. |
| 3. Техника выполнения операций с аппаратами Операции с выключателями. Проверка положения выключателя. Снятие оперативного тока с привода выключателя. Замыкания на землю в цепи оперативного тока. Операции с разъединителями и отделителями. Особенности использования разъединителей в нейтралях | 7 | 2 | 0 | 2/1И1 | 8 | Подготовка защите практической работы № 1 " Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходном выключателем". | Защита практической работы № 1 " Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходном выключателем". | ПК-8: знать способы проверки положения выключателя. уметь выполнять операции с выключателями. владеть навыками разработки порядка операций с |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|--|---|--|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| трансформаторов. | | | | | | | разъединителями. | |
| 4. Последовательность основных операций Включение и отключение воздушных или кабельных спаренных линий. Включение или отключение трехобмоточного силового трансформатора. Защита нейтрали в сети с эффективно заземленной нейтралью. Блокировки. | 7 | 2 | 0 | 2/1И1 | 8 | Подготовка защите практической работы № 2 " Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с двумя шиносоединительными и двумя обходными выключателями". | Защита практической работы № 2 " Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с двумя шиносоединительными и двумя обходными выключателями". | ПК-9: знать виды блокировок. уметь определять порядок включения и отключения воздушных или кабельных спаренных линий. владеть навыками разработки порядка включения или отключения трехобмоточного силового трансформатора. |
| 5. Включение и отключение синхронных машин Включение и отключение синхронных генераторов и компенсаторов. Автоматическое гашение поля. | 7 | 2 | 0 | 2/1И1 | 8 | Подготовка защите практической работы № 3 "Гашение поля синхронного генератора". | Защита практической работы № 3 " Гашение поля синхронного генератора ". | ПК-8: знать режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов. уметь формулировать |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|---------|--|------------------|------------------|--|---|--|---|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| | | | | | | | порядок включения синхронного генератора в сеть и отключения его от сети. владеть навыками разработки порядка включения в сеть синхронного компенсатора и отключения его от сети. | |
| 6. Сложные переключения Перевод линии на питание с другой секции шин при наличии замкнутой реакторной связи между секциями. Переключения в схеме РУ с двумя выключателями на цепь. Вывод в ремонт выключателя отключением его разъединителей в схеме с двумя выключателями на цепь. | 7 | 2 | 0 | 2/1И1 | 8 | Подготовка защите практической работы № 4 " Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ "трансформатор-шины с полуторным присоединением линий". | Защита практической работы № 4 "Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ "трансформатор-шины с полуторным присоединением линий". | ПК-9: знать особенности перевода линии на питание с другой секции шин при наличии замкнутой реакторной связи между секциями. уметь выполнять переключения в схеме РУ с двумя выключателями на |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в acad. часах) | | | Самостоятельная работа (в acad. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|--|---|--|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| | | | | | | | | цепь. владеть навыками составления бланков при выводе в ремонт выключателя в схеме с двумя выключателями на цепь. |
| 7. Противоаварийное оперативное управление Нормальный, оптимальный, послеаварийный, утяжеленный, аварийный, ремонтный режимы. Внезапное понижение частоты. Перегрузка электропередачи. Понижение напряжения ниже допустимого. Повышение частоты и напряжения выше допустимых значений. | 7 | 2 | 0 | 2/1И1 | 8 | Подготовка к написанию АКР № 2 " Противоаварийное оперативное управление." | Написание АКР № 2 " Противоаварийное оперативное управление." | ПК-8: знать нормальный, оптимальный, послеаварийный, утяжеленный, аварийный, ремонтный режимы. уметь определять возможную перегрузку электропередачи. владеть навыками разработки мероприятий при понижении или повышении |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|--|--|---|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| | | | | | | | | напряжения или частоты в сети. |
| <p>8. Действия персонала при режимах, сопровождающихся нарушением устойчивости</p> <p>Нарушение режима из-за неотключившегося КЗ или асинхронного хода в энергосистеме. Аварийное разделение энергосистемы на несинхронно работающие части. Восстановление полностью погашенной энергосистемы. Восстановление в работе генерирующих мощностей и нагрузок.</p> | 7 | 2 | 0 | 2/1И1 | 8 | <p>Выполнение практической работы №5 "</p> <p>Самопроизвольная ресинхронизация синхронного генератора с энергосистемой".</p> <p>Подготовка к написанию АКР № 2 " Противоаварийное оперативное управление."</p> | <p>Защита практической работы №5 "</p> <p>Самопроизвольная ресинхронизация синхронного генератора с энергосистемой "</p> <p>Написание АКР № 2 "</p> <p>Противоаварийное оперативное управление."</p> | <p>ПК-9:</p> <p>знать последствия нарушения режима из-за неотключившегося КЗ или асинхронного хода в энергосистеме.</p> <p>уметь прогнозировать аварийное разделение энергосистемы на несинхронно работающие части.</p> <p>владеть навыками разработки мероприятий при восстановлении полностью погашенной энергосистемы.</p> |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|----------|--|------------------|--------------------------|--|--|---|--|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| 9. Противоаварийное автоматическое управление Релейная защита и устройства резервирования при отказе выключателей в основной сети. Автоматическое повторное включение и включение резерва. Противоаварийная автоматика. | 7 | 2 | 0 | 2/1И1 | 7 | Подготовка к написанию АКР № 2 " Противоаварийное оперативное управление." | Написание АКР № 2 " Противоаварийное оперативное управление." | ПК-8: знать принципы действия релейной защиты и устройства резервирования при отказе выключателей в основной сети. уметь анализировать режимы, требующие применения автоматического повторного включения и включения резерва. владеть навыками определения правильности работы противоаварийной автоматика. |
| Итого за семестр | 7 | 18 | 0 | 18/8И | 71 | | Зачет | |
| Итого по дисциплине | | 18 | 0 | 18/8И¹ | 71 | | | |

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

5 Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях» 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

По дисциплине «Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает работу на практических занятиях.

Примерные аудиторские контрольные работы (АКР):

АКР №1 «Энергетическая система и порядок производства переключений»

Вариант №1

1. Что понимается под оперативным состоянием оборудования?
2. Перечислите категории управления оборудованием.
3. Каков порядок выдачи распоряжений о переключениях?

АКР №2 «Противоаварийное оперативное управление»

Вариант № 1

1. Что понимают под нормальным, оптимальным, послеаварийным, утяжеленным режимами?
2. Каковы причины внезапного понижения частоты? Каковы должны быть действия персонала в этом случае?
3. Действия персонала при перегрузке электропередачи.

Примерные задания для практических занятий:

Практическое занятие №1 «" Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходным выключателем»

В программном комплексе "КАТРАН" начертить схему РУ с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходным выключателем. При заданных мощностях нагрузки определить потокораспределение в случае вывода в ремонт заданных выключателей.

Практическое занятие №2 «"Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с двумя шиносоединительными и двумя обходными выключателями»

В программном комплексе "КАТРАН" начертить схему РУ с двумя системами шин и обходной с двумя шиносоединительными и двумя обходными выключателями. При заданных мощностях нагрузки определить потокораспределение в случае вывода в ремонт заданных выключателей.

Практическое занятие № 3 "Гашение поля синхронного генератора"

Для натурального генератора номинальной мощностью 180 Вт произвести опыт гашения магнитного поля обмотки возбуждения в аварийной ситуации. С помощью программных средств зафиксировать графики и сделать выводы об эффективности мероприятия.

Практическое занятие № 4 " Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ "трансформатор-шины с полуторным присоединением линий".

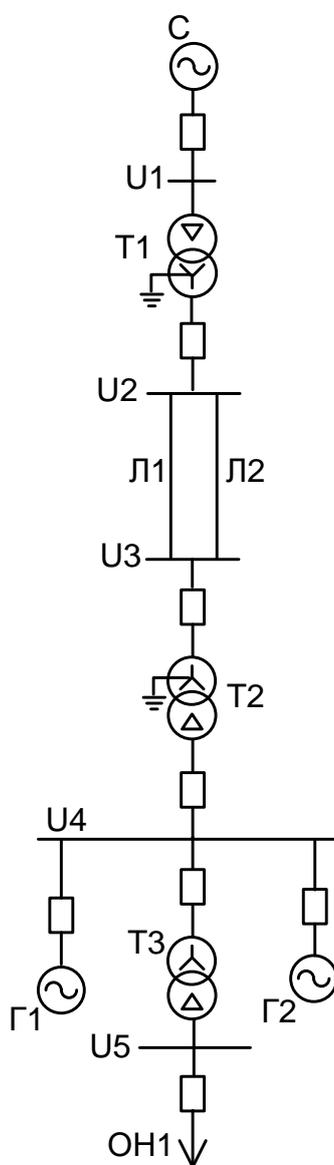
В программном комплексе "КАТРАН" начертить схему РУ "трансформатор-шины с

полупорным присоединением линий". При заданных мощностях нагрузки определить потокораспределение в случае вывода в ремонт заданных выключателей.

Практическое занятие №5 " Самопроизвольная ресинхронизация синхронного генератора с энергосистемой".

После заполнения параметров элементов включить все выключатели на схеме и рассчитать установившийся режим. Оценить уровни напряжений на шинах. При необходимости с помощью РПН трансформаторов скорректировать их.

Отключить генератор Г2, установить точку трехфазного КЗ на шины U₅ и запустить расчет переходного режима при различных временах отключения. Далее повторить расчеты для КЗ на других шинах. Полное время расчета режима принять равным 4 с. Показатели зафиксировать на момент окончания расчета. В графе «Устойчивость» отметить сохранение или нарушение динамической устойчивости знаками «+» и «-» соответственно.



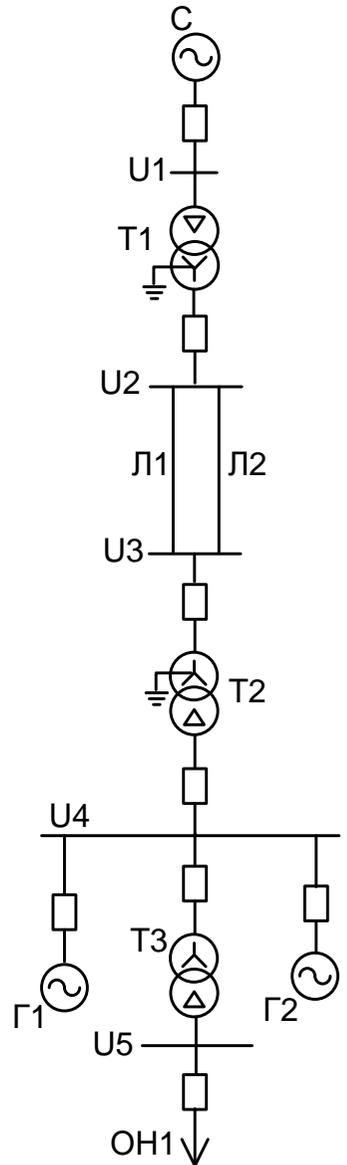
Расчетная схема электрической сети

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|--|---|
| ПК-8 Способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса | | |
| Знать | <ul style="list-style-type: none"> – особенности энергосистемы и общие принципы управления энергосистемой. – способы проверки положения выключателя. – режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов. нормальный, оптимальный, послеаварийный, утяжеленный, аварийный, ремонтный режимы. – принципы действия релейной защиты и устройства резервирования при отказе выключателей в основной сети. | <p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности энергосистемы. Общие принципы управления энергосистемой. 2. Порядок переключений. 3. Оперативное состояние оборудования. 4. Категории управления оборудованием. 5. Распоряжения о переключениях. Бланк переключений. 6. Информация об окончании переключений. 7. Общая характеристика коммутационных аппаратов. 8. Особенности гашения дуги в выключателях. 9. Отключение индуктивного тока. 10. Особенности использования для отключения разъединителей. 11. Операции с выключателями. 12. Проверка положения выключателя. 13. Снятие оперативного тока с привода выключателя. 14. Замыкания на землю в цепи оперативного тока. 15. Операции с разъединителями и отделителями. 16. Особенности использования разъединителей в нейтралях трансформаторов. 17. Включение и отключение воздушных или кабельных спаренных линий. 18. Включение или отключение трехобмоточного силового трансформатора. |
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> – определять оперативное состояние оборудования. – выполнять операции с выключателями. – формулировать порядок включения | <p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <p>После заполнения параметров элементов включить все выключатели на схеме и рассчитать установившийся режим. Оценить уровни напряжений на шинах. При необходимости с помощью РПН трансформаторов скорректировать их.</p> |

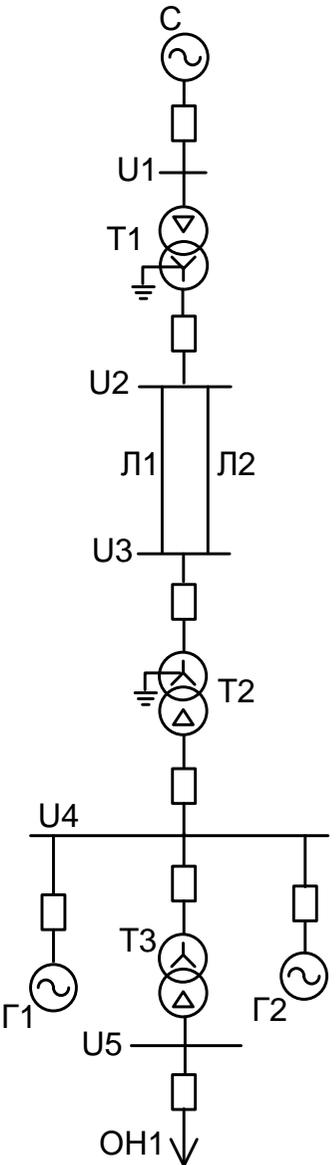
| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|--|
| | <p>синхронного генератора в сеть и отключения его от сети.</p> <ul style="list-style-type: none"> – определять возможную перегрузку электропередачи. – анализировать режимы, требующие применения автоматического повторного включения и включения резерва. | <p>Отключить генератор Г2, установить точку трехфазного КЗ на шины U₅ и запустить расчет переходного режима при различных временах отключения. Далее повторить расчеты для КЗ на других шинах. Полное время расчета режима принять равным 4 с. Показатели зафиксировать на момент окончания расчета. В графе «Устойчивость» отметить сохранение или нарушение динамической устойчивости знаками «+» и «-» соответственно.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | |  <p>The diagram shows a vertical power distribution system. At the top is a voltage source 'C' connected to a busbar 'U1'. A transformer 'T1' with a grounded star primary is connected between 'U1' and a second busbar 'U2'. A line with inductances 'Л1' and 'Л2' connects 'U2' to a third busbar 'U3'. A transformer 'T2' with a grounded star primary is connected between 'U3' and a fourth busbar 'U4'. From 'U4', three branches emerge: a line to a source 'Г1', a line to a transformer 'T3' with a grounded star primary, and a line to a source 'Г2'. The transformer 'T3' is connected to a final busbar 'U5', which is connected to a load 'ОН1'.</p> |

Расчетная схема электрической сети

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|--|---|
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> – навыками определения категории управления оборудованием. – выполнять операции с выключателями. – разработки порядка включения в сеть синхронного компенсатора и отключения его от сети. – разработки мероприятий при понижении или повышении напряжения или частоты в сети. – определения правильности работы противоаварийной автоматики. | <p><i>Перечень практических занятий:</i></p> <p>Практическое занятие №1 «" Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходным выключателем»</p> <p>Практическое занятие №2 «"Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с двумя шиносоединительными и двумя обходными выключателями»</p> <p>Практическое занятие № 3 "Гашение поля синхронного генератора"</p> <p>Практическое занятие № 4 " Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ "трансформатор-шины с полуторным присоединением линий".</p> |
| ПК-9 Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию | | |
| Знать | <ul style="list-style-type: none"> – общую характеристику коммутационных аппаратов. Особенности гашения дуги в выключателях. – виды блокировок. особенности перевода линии на питание с другой секции шин при наличии замкнутой реакторной связи между секциями. – последствия нарушения режима из-за неотключившегося КЗ или асинхронного хода в энергосистеме. | <p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Защита нейтрали в сети с эффективно заземленной нейтралью. 2. Блокировки. 3. Включение и отключение синхронных генераторов и компенсаторов. 4. Автоматическое гашение поля. 5. Перевод линии на питание с другой секции шин при наличии замкнутой реакторной связи между секциями. 6. Переключения в схеме РУ с двумя выключателями на цепь. 7. Вывод в ремонт выключателя отключением его разъединителей в схеме с двумя выключателями на цепь. 8. Нормальный, оптимальный, послеаварийный, утяжеленный, аварийный, ремонтный режимы. 9. Внезапное понижение частоты. 10. Перегрузка электропередачи. 11. Понижение напряжения ниже допустимого. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|---|
| | | 12. Повышение частоты и напряжения выше допустимых значений. 13. Нарушение режима из-за неотключившегося КЗ или асинхронного хода в энергосистеме. 14. Аварийное разделение энергосистемы на несинхронно работающие части. 15. Восстановление в работе генерирующих мощностей и нагрузок. 16. Релейная защита и устройства резервирования при отказе выключателей в основной сети. 17. Автоматическое повторное включение и включение резерва. 18. Противоаварийная автоматика. |
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> – формулировать особенности отключение индуктивного тока. – определять порядок включения и отключения воздушных или кабельных спаренных линий. – выполнять переключения в схеме РУ с двумя выключателями на цепь. – прогнозировать аварийное разделение энергосистемы на несинхронно работающие части. | <p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <p>После заполнения параметров элементов включить все выключатели на схеме и рассчитать установившийся режим. Оценить уровни напряжений на шинах. При необходимости с помощью РПН трансформаторов скорректировать их.</p> <p>Отключить генератор Г2, установить точку трехфазного КЗ на шины U₅ и запустить расчет переходного режима при различных временах отключения. Далее повторить расчеты для КЗ на других шинах. Полное время расчета режима принять равным 4 с. Показатели зафиксировать на момент окончания расчета. В графе «Устойчивость» отметить сохранение или нарушение динамической устойчивости знаками «+» и «-» соответственно.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | |  <p>The diagram shows a vertical power line with five busbars labeled U1 through U5. At the top is a generator G. Between U1 and U2 is transformer T1 with a grounded star connection. Between U2 and U3 is a line with two parallel branches labeled Л1 and Л2. Between U3 and U4 is transformer T2 with a grounded delta connection. At U4, there are three branches: a generator G1, transformer T3, and a generator G2. Transformer T3 has a grounded delta connection. Between U4 and U5 is a line with a single branch. At U5, there is a load labeled ОН1.</p> |

Расчетная схема электрической сети

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|---|
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> – навыками производства основных переключений. – навыками разработки порядка включения или отключения трехобмоточного силового трансформатора. – навыками составления бланков при выводе в ремонт выключателя в схеме с двумя выключателями на цепь. – разработки мероприятий при восстановлении полностью погашенной энергосистемы. | <p><i>Перечень практических занятий:</i></p> <p>Практическое занятие №1 «" Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходным выключателем»</p> <p>Практическое занятие №2 «"Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ с двумя системами шин и обходной с двумя шиносоединительными и двумя обходными выключателями»</p> <p>Практическое занятие № 3 "Гашение поля синхронного генератора"</p> <p>Практическое занятие № 4 " Исследование потокораспределения при производстве переключений в схеме РУ "трансформатор-шины с полуторным присоединением линий".</p> |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях» в 7 семестре проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** – 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 **«незачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Хорольский, В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения : учеб. пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 288 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014457-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/983549> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях : учебное пособие [для вузов] / А. В. Варганова, О. В. Газизова, А. В. Малафеев, Е. А. Панова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1859-7. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4211.pdf&show=dcatalogues/1/1536084/4211.pdf&view=true> (дата обращения: 29.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Суворин, А.В. Монтаж и эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения : учеб. пособие / А.В. Суворин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 400 с. - ISBN 978-5-7638-3813-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032101> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения: Учебное пособие / Привалов Е.Е., Ефанов А.В., Ястребов С.С. - Ставрополь:СтГАУ - "Параграф", 2018. - 168 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/976989> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем/Русина А.Г., Филиппова Т.А. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 400 с.: ISBN 978-5-7782-2463-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549322> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

4. Старшинов В.А., Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие / Старшинов В.А. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01261-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012611.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

5. Медведев В.Т., Основы охраны труда и техники безопасности в электроустановках : учебник для вузов / Медведев В.Т. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01265-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012659.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

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

в) Методические указания:

1. Кочкина, А.В. Исследования оптимальных нормальных и длительных ремонтных эксплуатационных режимов в условиях системы электроснабжения предприятия черной металлургии [Текст]: методическая разработка к практическим занятиям / А.В. Кочкина, А.В. Малафеев, Е.А. Панова, О.В. Газизова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2013. – 21 с.

2. Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях : учебное пособие [для вузов] / А. В. Варганова, О. В. Газизова, А. В. Малафеев, Е. А. Панова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1859-7. - Загл. с титул. экрана. - URL

: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4211.pdf&show=dcatalogues/1/1536084/4211.pdf&view=true> (дата обращения: 29.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Перечень программного обеспечения:

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|---------------------------------|--|--------------------------|
| MS Windows 7 | Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017 | 11.10.2021 27.07.2018 |
| MS Office 2007 | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое | бессрочно |
| Linux Calculate | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| Calculate Linux Desktop Xfce | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Список Интернет-ресурсов, доступ к которым при регистрации обеспечен с любого компьютера:

1) Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2) Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3) Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

4) Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . – URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

5) East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

6) Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7) Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.

8) Экономика. Социология. Менеджмент : Федеральный образовательный портал : сайт. – URL: <http://ecsocman.hse.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

- 9) Университетская информационная система РОССИЯ : научная электронная библиотека : сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. – Москва : НИВЦ, 1997 – . – URL: <https://uisrussia.msu.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
- 10) Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 11) Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 12) Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 13) Springer Protocols : Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний : сайт. – URL: <http://www.springerprotocols.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 14) SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 15) Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 16) zbMATH : Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике : сайт. – URL: <http://zbmath.org/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 17) Springer Nature : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <https://www.nature.com/siteindex> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
- 18) Архив научных журналов : сайт / Национальный электронно-информационный концорциум. – Москва : НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 19) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
- 20) РУКОНТ : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
- 21) ТАСС : информационное агентство России : [сайт]. – Москва, 1999 – . – Обновляется в течение суток. – URL: <http://tass.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Текст : электронный.
- 22) Правительство Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://government.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Текст : электронный.
- 23) Abb.ru : Официальный сайт группы компаний АВВ Россия [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abb.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

24) Elektrozaod.ru : Официальный сайт Уфимского завода «Электроаппарат» [Электронный ресурс]. – Уфа. – Режим доступа: <http://www.elektrozaod.ru/reports/ea>, свободный. – Загл. с экрана.

25) Stps.ru : Официальный сайт ООО «Стройподстанции» [Электронный ресурс]. – М. – Режим доступа: <http://www.stps.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

26) Siemens.com : Официальный сайт компании Siemens [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://new.siemens.com/ru/ru.html>, свободный. – Загл. с экрана.

27) Schneider-electric.com : Официальный сайт компании Schneider Electric [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://www.se.com/ru/ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

28) Magtu.ru : Официальный сайт ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» [Электронный ресурс].– Режим доступа: . <http://www.magtu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

29) Mmk.ru : Официальный сайт ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» [Электронный ресурс].– Режим доступа: . <http://www.mmk.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Оперативно-диспетчерское управление в электрических сетях» предусмотрены следующие виды занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа, консультации и зачет.

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