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
В.Р. Храмшин

26.01.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки (специальность)
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Цифровой менеджмент в электроэнергетике

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий
25.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель _____ В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ЭППП, канд. техн. наук _____ О.В. Газизова

Рецензент:
начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук _____ Н.А. Николаев

Российская Федерация Магнитогорск
УГЭ ЦЭСиП
Публичное акционерное общество Магнитогорский металлургический комбинат

Лист актуализации рабочей программы

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

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

Рабочая 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)

формирование у студентов знаний в области математических моделей элементов электрических сетей, подходов к их созданию, а также методов расчета установившихся и переходных режимов и определения оптимальных параметров электроэнергетической системы

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Управление режимами электроэнергетических систем входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Моделирование электротехнических комплексов и систем

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

Оптимальные режимы работы генерирующих источников

Устойчивость систем электроснабжения

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Управление режимами электроэнергетических систем» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-6 Способен к обеспечению требуемых параметров режима и размещения резерва, принятию решений по диспетчерским заявкам, организации и руководству оперативными переключениями	
ПК-6.1	Принимает решения по диспетчерским заявкам о реализации мер по поддержанию частоты, величин перетоков активной мощности, токовой нагрузки линий и допустимого уровня напряжения в допустимом диапазоне путем оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетических режимов энергосистемы и определяет объем и эффективность соответствующих управляющих воздействий
ПК-6.2	Принимает решения по диспетчерским заявкам о разрешении вывода в ремонт и ввода в работу электроустановок и подготовке электроэнергетического режима на это время, по поддержанию минимального необходимого резерва активной мощности и места его размещения путем оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетических режимов энергосистемы
ПК-6.3	Разрабатывает программы переключений на вывод в ремонт и ввод в работу линий электропередачи и оборудования в соответствии с диспетчерскими заявками

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 54,15 акад. часов:
– аудиторная – 51 акад. часов;
– внеаудиторная – 3,15 акад. Часов
– в форме практической подготовки – 10 акад. часов
– самостоятельная работа – 54,15 акад. часов;
– подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

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. Задачи и организация управления энергосистемами на различных уровнях								
1.1 Основные принципы оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике. Уровни в системе оперативно-диспетчерского управления электроэнергетикой. Задачи оперативно-диспетчерское управление. Оперативное управление. Оперативное ведение. Ситуативная иерархия режимов.	3	2	5	2/1И	5	Выполнение домашнего индивидуального задания № 1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №1 " Автоматическое регулирование активной мощности синхронного генератора, работающего параллельно с электрической системой бесконечной мощности ".	Индивидуальное домашнее задание № 1 Защита лабораторной работы №1 " Автоматическое регулирование активной мощности синхронного генератора, работающего параллельно с электрической системой бесконечной мощности ".	
Итого по разделу		2	5	2/1И	5			
2. Управление нормальным режимом работы								
2.1 Регулирование текущего режима по частоте и активной мощности. Общая характеристики методов расчета установившихся режимов. Общая характеристика программных комплексов расчета и анализа установившихся режимов.	3	2		2/1И	5	Выполнение домашнего индивидуального задания № 2	Индивидуальное домашнее задание №2	
Итого по разделу		2		2/1И	5			

3. Управление энергосистемами в аварийном режиме								
3.1 Задачи управления. Система противоаварийного управления. Управление системой воздействием на ее элементы. Управление активной мощностью для предотвращения нарушения устойчивости. Ликвидация асинхронных режимов. Особенности управления переходными процессами в энергообъединениях разной структуры.	3	2	4	2/1И	5	Выполнение домашнего индивидуального задания № 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №2 " Автоматическое предотвращение нарушения динамической устойчивости быстродействующим отключением короткого замыкания ".	Индивидуальное домашнее задание №3. Защита лабораторной работы №2 " Автоматическое предотвращение нарушения динамической устойчивости быстродействующим отключением короткого замыкания ".	
Итого по разделу		2	4	2/1И	5			
4. Лавинные аварийные процессы, имеющие место в ЭЭС								
4.1 Лавина перегрузки и отключений линий электропередачи. Лавина асинхронных режимов. Лавина частоты и напряжения. Восстановление баланса активной мощности в отделившихся частях энергосистемы.	3	2		2/1И	5	Выполнение индивидуального домашнего задания № 4	Индивидуальное домашнее задание №4	
Итого по разделу		2		2/1И	5			
5. Автоматическое управление и регулирование агрегатами электростанций								
5.1 Аварийное управление мощностью турбин электростанций. Системы АРВ синхронных генераторов. Действие АРВ при больших возмущениях в энергосистеме.	3	2	4	2/1И	5	Подготовка к написанию АКР №1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №3 " Автоматическое регулирование напряжения изменением возбуждения синхронного генератора ".	Защита лабораторной работы №3 " Автоматическое регулирование напряжения изменением возбуждения синхронного генератора ".	
Итого по разделу		2	4	2/1И	5			
6. Основные меры по предотвращению и ликвидации технологических нарушений								

6.1 Задачи оперативно-диспетчерского управления при ликвидации технологических нарушений. Восстановление ЭЭС после крупных аварий. Режимные требования и ограничения в процессе восстановления ЭЭС.	3	2		2/1И	5	Выполнение индивидуального домашнего задания № 6, 7	Индивидуальное домашнее задание №6,7	
Итого по разделу		2		2/1И	5			
7. Векторные диаграммы машин переменного тока								
7.1 Векторные диаграммы синхронных генераторов при синхронной работе с энергосистемой. Векторные диаграммы синхронных двигателей при синхронной работе с энергосистемой. Векторные диаграммы асинхронных двигателей. Векторные диаграммы синхронных генераторов и двигателей при выпадении из синхронизма.	3	2		2/1И	5	Выполнение индивидуального домашнего задания № 8, 9	Индивидуальное домашнее задание №8,9	
Итого по разделу		2		2/1И	5			
8. Схемы замещения синхронных и асинхронных машин.								
8.1 Схемы замещения синхронных и асинхронных машин при расчете переходных процессов при синхронной работе и при скольжении, отличном от нуля. Индуктивные и активные сопротивления и постоянные времени синхронных машин. Влияние насыщения на синхронное индуктивное сопротивление. Индуктивное сопротивление синхронной машины обратной последовательности. Влияние параметров элементов электрической системы на устойчивость.	3	1		1/1И	5	Выполнение индивидуального домашнего задания № 10, 11	Индивидуальное домашнее задание №10,11	
Итого по разделу		1		1/1И	5			
9. Уравнения систем автоматического регулирования машин переменного тока								

9.1 Основные уравнения регуляторов тока возбуждения синхронных машин. Уравнение для пропорционального регулирования напряжения. Уравнение для системы компаундирования. Уравнение для регулятора, имеющего компаундирование с коррекцией напряжения при учете запаздывания корректора. Параметры АРВ и их влияние на устойчивость. Коэффициенты усиления. Основные уравнения регуляторов скорости первичных двигателей генераторов. Уравнения сервомотора. Постоянные времени автоматических регуляторов. Учет влияние регуляторов синхронных генераторов при определении параметров переходных процессов. Поведение регуляторов при качаниях. Влияние типа регулятора скорости на устойчивость.	3	1	4/3И	1/1И	5	Выполнение индивидуального домашнего задания № 12 Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4 " Автоматическое прекращение асинхронного режима, вызванного перегрузкой линии электропередачи ".	Индивидуальное домашнее задание №12 Защита лабораторной работы №4 " Автоматическое прекращение асинхронного режима, вызванного перегрузкой линии электропередачи ".	
Итого по разделу		1	4/3И	1/1И	5			
10. Математические модели электроэнергетической системы								

10.1 Сложная система и особенности ее исследования. Теория устойчивости А.М. Ляпунова. Метод Ляпунова. Исследование корней характеристического уравнения. Алгебраические и частотные критерии статической устойчивости. Расчет сложной позиционной системы. Полная и упрощенная математические модели расчета переходных процессов. Уравнения движения системы. Область применения полных и упрощенных уравнений. Особенности расчета переходного процесса сложной системы, содержащей произвольной число генераторов и нагрузок. Определение мощностей по принципу наложения. Применение метода последовательных интервалов для электроэнергетических систем сложной конфигурации.	3	1		1	9,15	Подготовка к написанию АКР № 2	АКР №2	
Итого по разделу		1		1	9,15			
11. Промежуточная аттестация								
11.1 Промежуточная аттестация (экзамен)	3					Сдача экзамена		
Итого по разделу								
Итого за семестр		17	17/3И	17/9И	54,15		экзамен	
Итого по дисциплине		17	17/3И	17/9И	54,15		экзамен	

5 Образовательные технологии

Практические занятия проводятся в форме практической подготовки в условиях выполнения обучающимися видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

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

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Управление режимами электроэнергетических систем» происходит с использованием мультимедийного и программного обеспечения.

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.

При проведении практических занятиях используются работа в команде и методы IT.

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. Управление режимами электроэнергетических систем. Математическое и программное обеспечение диспетчерского управления объектами электроэнергетики : учебное пособие / О. В. Газизова, А. В. Малафеев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1509.pdf&show=dcatalogues/1/1124043/1509.pdf&view=true (дата обращения: 22.06.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Табуров Д.Ю., Управление производством электроэнергии на тепловых электростанциях с помощью автоматизированных информационных систем / Д.Ю. Табуров, П.В. Николаев - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - 466 с. - ISBN 978-5-383-01048-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010488.html (дата обращения: 22.06.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. Зеленохат Н.И., Интеллектуализация ЕЭС России: инновационные предложения : практическое пособие / Зеленохат Н.И. - М. : Издательский дом МЭИ, 2013. - 192 с. - ISBN 978-5-383-00866-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008669.html (дата обращения: 22.06.2022). - Режим доступа : по подписке.

3. Коротков В.Ф., Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах : учебник для вузов / В.Ф. Коротков. - М. : Издательский дом МЭИ, 2013. - 416 с. - ISBN 978-5-383-00771-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" :

[сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007716.html (дата обращения: 22.06.2022). - Режим доступа : по подписке.

4. 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: 22.06.2022).

5. Папков, Б. В. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания : учебник и практикум для вузов / Б. В. Папков, В. Ю. Вуколов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8148-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452082 (дата обращения: 22.06.2022).

6. Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04370-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/453167 (дата обращения: 22.06.2022).

7. Электроэнергетические системы. Всережимный моделирующий комплекс реального времени : учебное пособие для вузов / М. В. Андреев [и др.] ; ответственный редактор М. В. Андреев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 115 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10916-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/454516 (дата обращения: 22.06.2022).

8. 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: 22.06.2022).

9. Бартоломей, П. И. Электроэнергетика: информационное обеспечение систем управления : учебное пособие для вузов / П. И. Бартоломей, В. А. Тащилин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 109 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10914-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/453346 (дата обращения: 22.06.2022).

10. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика» https://vestnik.susu.ru/power/issue/archive (дата обращения: 22.06.2022).

11. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» http://esik.magtu.ru/ru/ (дата обращения: 22.06.2022).

12. Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета" http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102# (дата обращения: 22.06.2022).

в) Методические указания:

1. Газизова, О.В. Исследование влияния на динамическую устойчивость синхронного генератора вида короткого замыкания в электроэнергетической системе [Текст]: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Устойчивость систем электроснабжения» для студентов направления 140400.68 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение»/ О.В. Газизова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 17 с.

2. Газизова, О.В. Исследование влияния параметров элементов, схемы и режима электрической системы на устойчивость [Текст]: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Устойчивость систем электроснабжения» для студентов направления 140400.68 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение»/ О.В. Газизова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 17 с.

3. Газизова, О.В. Определение угловой характеристики синхронного генератора [Текст]: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Устойчивость систем электроснабжения» для студентов направления 140400.68 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение» всех форм обучения/ О.В. Газизова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 17 с.

4. Малафеев, А.В. Моделирование статических и динамических характеристик электрических нагрузок [Текст]: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» для студентов направлений 140400.62 и 140400.68 всех форм обучения/ А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Кондрашова.– Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 28 с.

5. Малафеев, А.В. Расчет режимов самозапуска электродвигателей [Текст]: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» для студентов специальности 140211 и направления 140200 очной формы обучения/ А.В. Малафеев, О.В. Газизова –. Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 24 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Windows XP Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
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:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - доска, мультимедийный проектор, экран.

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

3. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования.

4. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

Лаборатория переходных процессов Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:

- Комплект типового лабораторного оборудования «Модель одномашинной электрической системы с релейной защитой и автоматикой».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Управление режимами электроэнергетических систем» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

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

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

Аудиторная контрольная работа №1 - Основные принципы оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике

Вариант № 1

1. Уровни в системе оперативно-диспетчерского управления электроэнергетикой.
2. Задачи оперативно-диспетчерское управление.
3. Оперативное управление.

Аудиторная контрольная работа №2 - Расчет переходных режимов электроэнергетических систем и систем электроснабжения

Вариант № 2

1. Влияние параметров элементов электрической системы на устойчивость.
2. Основные уравнения регуляторов тока возбуждения синхронных машин.
3. Уравнение для пропорционального регулирования напряжения.

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):

Индивидуальное домашнее задание №1

Расчет нормальных установившихся режимов промышленных систем электроснабжения с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №2

Расчет сверхпереходных режимов короткого замыкания промышленных систем электроснабжения с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №3

Расчет переходных режимов короткого замыкания промышленных систем электроснабжения с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №4

Расчет переходных режимов самозапуска синхронных двигателей в промышленных системах электроснабжения с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №5

Расчет потерь мощности в нормальных установившихся режимах промышленных систем электроснабжения с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №6

Расчет нормальных установившихся режимов раздельной работы промышленных систем электроснабжения с собственными электростанциями с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №7

Исследование режимов асинхронного хода и ресинхронизации промышленных генераторов с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №8

Расчет переходных режимов самозапуска асинхронных двигателей в промышленных системах электроснабжения с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №9

Исследование режимов асинхронного хода и ресинхронизации синхронных двигателей с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №10

Исследование переходных режимов промышленных систем электроснабжения при выходе собственных электростанций на раздельную работу с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №11

Исследование влияния конфигурации системы электроснабжения на параметры аварийных режимов промышленных систем электроснабжения с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Индивидуальное домашнее задание №12

Исследование влияния загрузки генератора и его коэффициента мощности на динамическую устойчивость с помощью оригинального программного обеспечения «Расчет и оптимизация установившихся и переходных эксплуатационных режимов параллельной и раздельной работы, режимов короткого замыкания и замыкания на землю с оценкой влияния на электрооборудование в системах электроснабжения промышленных предприятий».

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(обязательное)

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по каждой дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена,

Данный раздел состоит их двух пунктов:

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

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

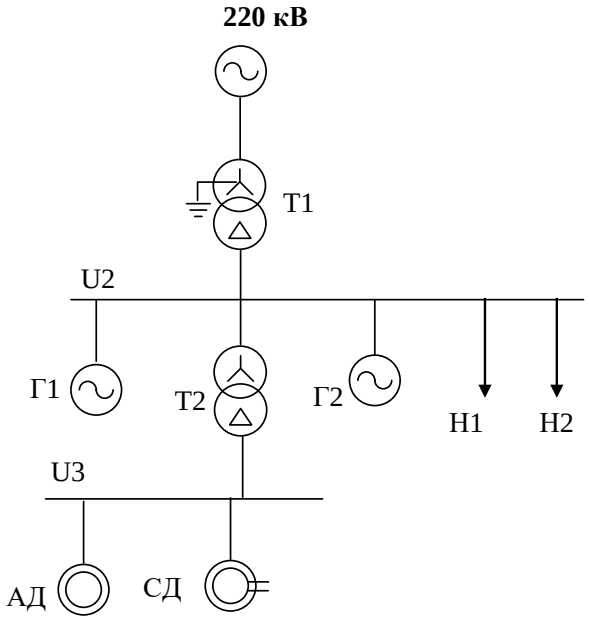
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-6: Способен к обеспечению требуемых параметров режима и размещения резерва, принятию решений по диспетчерским заявкам, организации и руководству оперативными переключениями		
ПК-6.1	*Принимает решения по диспетчерским заявкам о реализации мер по поддержанию частоты, величин перетоков активной мощности, токовой нагрузки линий и допустимого уровня напряжения в допустимом диапазоне путем оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетических режимов энергосистемы и*	**Перечень теоретических вопросов к экзамену:** 1. Системы регулирования турбин. 2. Векторные диаграммы явнополюсного и неявнополюсного синхронного двигателей. 3. Первичные и вторичные регуляторы частоты вращения. 4. Характеристики регуляторов турбин. 5. Схемы замещения синхронных машин прямой последовательности. 6. Классификация методов расчета установившихся режимов электроэнергетических систем. 7. Векторные диаграммы машин переменного тока. 8. Регулирование возбуждения синхронных машин. 9. Построение векторных диаграмм при исследовании переходных режимов. 10. Схемы замещения синхронных машин обратной последовательности.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	определяет объем и эффективность соответствующих управляющих воздействий	
ПК-6.2	*Принимает решения по диспетчерским заявкам о разрешении вывода в ремонт и ввода в работу электроустановок и подготовке электроэнергетического режима на это время, по поддержанию минимального необходимого резерва активной мощности и места его размещения путем оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетических режимов энергосистемы*	**Перечень теоретических вопросов к экзамену:** 1. . Статические характеристики регуляторов скорости и возбуждения. 2. Учет статических характеристик нагрузки при расчете установившихся режимов. 3. Основные принципы оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике. 4. Уровни в системе оперативно-диспетчерского управления электроэнергетикой. 5. Задачи оперативно-диспетчерское управление. 6. Оперативное управление и ведение. 7. Ситуативная иерархия режимов. 8. Регулирование текущего режима по частоте и активной мощности. 9. Система противоаварийного управления. Управление системой воздействием на ее элементы. 10. Управление активной мощностью для предотвращения нарушения устойчивости. Ликвидация асинхронных режимов. **Примерный перечень задач к экзамену:** С помощью программного обеспечения «КАТРАН» получить статические характеристики приведенных ниже электроприемников. Таблица - Технические характеристики асинхронных двигателей

№ варианта	Тип двигателя	$U_{ном}$, кВ	$P_{ном}$, МВт	Коэффициент загрузки, о.е.	$M_{нач}$, о.е.	Степень момента на валу	cos φ	$I_п$, о.е.	M_{max}, о.е.	$M_{пуск}$, о.е.	$s_{ном}$, %	Момент инерции, т*м2	Ном. скор., об/мин
1.	RA250M2	0,38	0,065	0,1	0	0	0,89	7	3	2,7	2	0,3	2965

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		2. 4А355М10У3 0,38 0,12 1 0,15 2 0,83 6 1,8 1 1,6 11 2985
ПК-6.3	*Разрабатывает программы переключений на вывод в ремонт и ввод в работу линий электропередачи и оборудования в соответствии с диспетчерскими заявками*	**Перечень теоретических вопросов к экзамену:** 1. Особенности управления переходными процессами в энергообъединениях разной структуры. 2. Лавина перегрузки и отключений линий электропередачи. 3. Лавина частоты и напряжения. 4. Восстановление баланса активной мощности в отделившихся частях энергосистемы. Аварийное управление мощностью турбин электростанций. 5. Системы АРВ синхронных генераторов. Действие АРВ при больших возмущениях в энергосистеме. 6. Задачи оперативно-диспетчерского управления при ликвидации технологических нарушений. 7. Восстановление ЭЭС после крупных аварий. 8. Режимные требования и ограничения в процессе восстановления ЭЭС. 9. Элементарные эквивалентные преобразования электрической системы. ***Пример задания для практической работы:*** Схема электрической сети:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		 Расчет статических характеристик двигателя выполнить при коэффициентах загрузки 0,2 и 1 при вентиляторном и постоянном моментах сопротивления на валу. Статическую устойчивость асинхронного двигателя выполнить при коэффициентах загрузки 0,1 и 0,9 по активной мощности. Статическую устойчивость синхронного двигателя выполнить при коэффициентах загрузки 0,1 и 0,9 по активной мощности и 0,1 и 0,5 по реактивной. Статическую устойчивость синхронного генератора при параллельной работе с энергосистемой выполнить при коэффициентах загрузки 0,1 и 0,9 по активной мощности и 0,1 и 0,5 по реактивной. Динамическую и результирующую устойчивость синхронных генераторов выполнить при различной электрической удаленности от энергосистемы (точки К1, К2, К3).

Вариант	Напряжение, кВ	Номинальная мощность	Номинальная активная мощность генератора,	Мощность обобщенной нагрузки

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства

		трансформатора, МВА		МВт							
								Н1		Н2	
	U_2	U_3	Т1	Т2	Г1	Г2	Р, МВт	Q, Мвар	Р, МВт	Q, Мвар
1	10	6	40	6,3	25	6	35	19	30	22

$P_{ном}$, МВт	$U_{ном}$, кВ	X_d, о.е.	X'_d, о.е.	cosφ	Кр. форсировки	Статизм Р по f	T_s, с	$R_{ст}$, Ом	Ст. нечуствит., %	T_a, с	ОКЗ	$P_д$, МВт	$Q_д$, Мвар	J, кг/м^2	$\omega_{ном}$, об/мин	T_{d0}, с	T'_d, с	Статизм Q по U	Емк. фазы, мкФ	X''_d, о.е.	T''_d, с	$R_{рот}$, Ом	$I_{вх}$, А	АРВ	Возбудитель	Закон АРВ	Рег. скорости
6	10,5	1,91	0,23	0,8	2	0,05	2	0,167	0,3	0,13	1	5	2	1800	3000	5,79	1,24	0,05	0,1	0,14	0,1	10,89	1	Пропорционального действия	Тиристорное самовозбуждение	U=const	Есть
12	10,5	2,59	0,25	0,8	2	0,05	2	0,148	0,3	0,16	1	11	5	6180	3000	7,05	1,29	0,05	0,1	0,12	0,09	3,1	1				
25	10,5	1,99	0,23	0,8	2	0,05	2	0,158	0,3	0,21	1	23	9	7520	3000	9,75	1,8	0,05	0,2	0,13	0,13	10,88	1,1				
30	10,5	2,7	0,29	0,8	2	0,05	2	0,24	0,3	0,21	1	28	12	10600	3000	7,5	1,6	0,05	0,2	0,2	0,13	6,25	1,1				
40	10,5	2,7	0,27	0,8	2	0,05	2	0,194	0,3	0,21	1	36	12	18800	3000	10,69	1,94	0,05	0,2	0,16	0,13	10,41	1,1				
50	10,5	1,73	0,13	0,8	2	0,05	2	0,163	0,3	0,39	1	45	20	22000	3000	6	1	0,05	0,2	0,13	0,12	10,58	1				

Технические характеристики асинхронных двигателей

№ варианта	Тип двигателя	$U_{ном}$, кВ	$P_{ном}$, МВт	Коэффициент загрузки,	$M_{нач}$, о.е.	Степень момента на валу	cos φ	$I_п$, о.е.	M_{max}, о.е.	$M_{пуск}$, о.е.	$s_{ном}$, %	Момент инерции, кг*м^2	Ном. скор., об/мин
1.	RA250M2	0,38	0,055	0,2	0	0	0,89	7	3	2,7	2	0,3	2965

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Технические характеристики синхронных двигателей

№ варианта	Тип двигателя	$U_{ном}$, кВ	$P_{ном}$, МВт	Коэффициент загрузки, о.е.	$M_{нач}$, о.е.	Степень момента на валу	cos φ	Xd, о.е.	Xd', о.е.	Xd'', о.е.	Td0, с	Td', с	Td'', с	$I_{вном}$, А	Возбуждение	M_{max}, о.е.	Момент инерции, кг*м^2	Ном. скор., об/мин
1.	СД2-85/55-4	6	1	0,2	0	0	0,9	1,9	0,2	0,14	7,3	0,73	0,09	183	ТВ	1,7	40	1500

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Управление режимами электроэнергетических систем» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

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.