



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
КГЭУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Электроэнергетики и электроники

И.В. Ившин

«28»

10

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Переходные электромеханические процессы

(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление
подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(Код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем

(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Переходные электромеханические процессы» является формирование знаний в области методики расчетов электромеханических переходных процессов, исследования и анализа проблем при протекании нормальных и аварийных режимов в электроэнергетических системах, учета влияния устройств автоматического регулирования режима на условия устойчивости, повышения качества переходного процесса при действии противоаварийной автоматики и режимных мероприятий.

Задачами дисциплины являются:

ознакомить студентов с основными характеристиками режимов электроэнергетической системы и соотношениям между их параметрами;

ознакомить студентов с критериями устойчивости и стабилизации режимов;

ознакомить студентов с методом площадей и методом малых колебаний при анализе динамической и статической устойчивости;

ознакомить студентов с методиками расчета устойчивости и переходных процессов в сложной энергосистеме с учетом действия регулирующих устройств (регуляторов возбуждения и скорости вращения турбин), а также анализа асинхронных режимов, возникающих в энергосистеме после нарушения устойчивости;

научить принимать конкретные решения по выбору методов и средств улучшения условий сохранения устойчивости и стабилизации режимов простых и сложных энергосистем.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Общепрофессиональные компетенции (ПК)		
ПК-3 Способен участвовать в проектировании релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем	ПК-3.1 Использует справочную и нормативно-техническую документацию при проектировании релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем	<i>Знать:</i> влияние систем автоматического регулирования режима на условия устойчивости электроэнергетических систем; технические способы и средства улучшения условий статической, динамической и результирующей устойчивости электроэнергетических систем <i>Уметь:</i> производить анализ, поиск и использования научно-технической информации по тематике; рассчитывать параметры электромеханических переходных процессов; выбирать средства улучшения условий статической и динамической устойчивости электроэнергетической системы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
		<i>Владеть:</i> терминологией в области переходных режимов и устойчивости электроэнергетических систем; навыками применения полученной информации при проектировании электроэнергетических систем; методами анализа режимов работы электроэнергетического оборудования и систем

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Переходные электромеханические процессы относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. ¹
УК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-3		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-5		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-6		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-7		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-8		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3	Высшая математика Физика	

ОПК-3		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4	Противоаварийная и сетевая автоматика Основы релейной защиты Электрические машины Электроэнергетические системы и сети	
ОПК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5	Прикладная механика	
ОПК-6	Метрология, стандартизация и сертификация	
ОПК-6		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы Релейная защита объектов электроэнергетических систем
ПК-3	Расчет токов короткого замыкания	
ПК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы Релейная защита объектов электроэнергетических систем

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- теоретические основы электротехники, электрические машины, основы релейной защиты, процесс производства и передачи электроэнергии, схемы ОРУ подстанций и электрических станций, общие сведения об электроэнергетической системе и сетях

уметь:

- рассматривать трехфазные цепи в векторной форме, производить расчеты токов КЗ, решать линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка

владеть навыками:

- рассмотрения работы трехфазных цепей.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 45 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 24 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 28 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 12 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	45	45
Лекции (Лек)	16	16
Практические занятия (Пр)	24	24
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	28	28
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС									Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена	Итого					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Раздел 1. Общие сведения															
1. Общие сведения об электромеханических переходных процессах в электрических системах	7	2	2			4				8	ПК-3.1 - 31, ПК-3.1 - В1	Л1. 1, Л2. 4, Л2. 5, Л2. 6, Л2. 7, Л2. 9, Л2. 8, Л2. 10	Тест	Экзамен	7
Раздел 2. Математическое описание элементов ЭЭС															
2. Математическое описание электроэнергетической системы и её элементов. Характеристики мощности ЭЭС	7	2	4			4				10	ПК-3.1 - 31, ПК-3.1 - У1	Л1. 1, Л2. 4, Л2. 5, Л2. 6, Л2. 7, Л2. 9	Тест	Экзамен	7

Раздел 3. Статическая устойчивость															
3. Статическая устойчивость ЭЭС, учет действия АРВ	7	4	4			4				12	ПК-3.1 - 31, ПК-3.1 - У1, ПК-3.1 - В1	Л1. 1, Л2. 4, Л2. 5, Л2. 6, Л2. 7, Л2. 9, Л2. 1	Тест	Экзамен	9
Раздел 4. Динамическая устойчивость															
4. Динамическая устойчивость ЭЭС, методы расчета и анализа	7	2	4			4				10	ПК-3.1 - 31, ПК-3.1 - У1, ПК-3.1 - В1	Л1. 1, Л2. 4, Л2. 5, Л2. 6, Л2. 7, Л2. 9, Л2. 3	Тест	Экзамен	9
Раздел 5. Устойчивость нагрузки															
5. Устойчивость нагрузки в ЭЭС	7	2	4			4				10	ПК-3.1 - 31, ПК-3.1 - У1, ПК-3.1 - В1	Л1. 1, Л2. 4, Л2. 5, Л2. 6, Л2. 7, Л2. 9, Л2. 1, Л2. 2	Задача	Экзамен	9

Раздел 6. Асинхронный ход															
6. Асинхронный ход в ЭЭС. Ресинхронизация	7	2	4			4				10	ПК-3.1 - 31, ПК-3.1 - У1, ПК-3.1 - В1	Л1. 1, Л2. 4, Л2. 5, Л2. 6, Л2. 7, Л2. 9	Задача	Экзамен	9
Раздел 7. Улучшение устойчивости ЭЭС															
7. Мероприятия по улучшению устойчивости ЭЭС	7	2	2			4				13	ПК-3.1 - 31, ПК-3.1 - У1, ПК-3.1 - В1	Л1. 1, Л2. 4, Л2. 5, Л2. 6, Л2. 7, Л2. 9	Тест	Экзамен	10
Экзамен									35						40
ИТОГО		16	24			28	2	35	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Основные понятия и определения: энергетическая система, электроэнергетическая система (ЭЭС). Элементы ЭЭС. Классификация режимов ЭЭС и задачи управления ими. Переходные процессы и устойчивость в ЭЭС, их характеристика. Математическое описание различных переходных процессов и задачи управления ими. Общие понятия об устойчивости ЭЭС.	2
2	Уравнения электромагнитных переходных процессов в обмотках статора синхронного генератора. Преобразование Парка-Горева. Упрощение уравнений Парка-Горева для анализа электромеханических переходных процессов в ЭЭС. Представление генератора как элемента электрической цепи. Уравнение электромагнитного переходного процесса в обмотке возбуждения синхронного генератора. Упрощение уравнения синхронного генератора и его векторные диаграммы. Уравнение движения ротора генератора. Электромагнитный момент генератора. Понятие «шины бесконечной мощности» ЭЭС. Векторная диаграмма. Выражения для активной и реактивной мощности на шинах генератора. Область существова-	2

	<p>ния установившихся режимов и область статической устойчивости простейшей ЭЭС. Практический критерий статической устойчивости. Мощность генератора в сложной ЭЭС.</p>	
3	<p>Статическая устойчивость электроэнергетических систем. Определение устойчивости состояния равновесия по Ляпунову. Линеаризация дифференциальных уравнений переходных процессов. Характеристическое уравнение, его корни. Необходимые и достаточные условия статической устойчивости. Понятие о стандартных программах и заложенных в них критериях устойчивости. Составление линеаризованных уравнений переходных процессов для системы «станция - шины» = const при неучете электромагнитных переходных процессов в обмотке возбуждения генератора. Анализ статической устойчивости нерегулируемой ЭЭС с учетом электромагнитных переходных процессов в обмотке возбуждения и асинхронной мощности. Условия самовозбуждения и самораскачивания. Необходимые условия устойчивости. Виды нарушения статической устойчивости. Критерии устойчивости. Критерий Гурвица. Параметрическое самораскачивание. Требования к регулированию возбуждения генераторов электростанций. Принципиальная схема АРВ пропорционального действия. Статические характеристики генератора при различных значениях коэффициента σ. Характеристическое уравнение простейшей системы с безынерционным АРВ пропорционального действия. Учет влияния постоянной времени $T_{\text{д}}$ на условие самораскачивания. Влияние гибкой обратной связи, охватывающей возбудитель, на его инерционность. АРВ сильного действия. Статическая устойчивость простейшей системы с АРВ, реагирующим на отклонение напряжения и скорость вращения ротора генератора. Возможные виды нарушения статической устойчивости и меры по их предотвращению.</p>	4
4	<p>Понятие динамическая устойчивость ЭЭС. Определение, основные допущения при расчетах. Метод площадей. Аналитическое определение максимального угла выбега ротора. Определение запаса динамической устойчивости по методу площадей. Определение предельного времени отключения трехфазного короткого замыкания в простейшей ЭЭС. Основы методов численного интегрирования нелинейных дифференциальных уравнений. Метод последовательных интервалов – основные допущения, вычислительная схема. Обобщение метода последовательных интервалов на сложную ЭЭС. Расчеты динамической устойчивости в простой ЭЭС при учете электромагнитных переходных процессов в обмотке возбуждения генератора. Учет релейной форсировки возбуждения. Понятие о стандартных программах расчета переходных процессов.</p>	2
5	<p>Переходные электромеханические процессы в узлах нагрузки. Уравнение движения асинхронного двигателя. Практический критерий статической устойчивости асинхронного двигателя. Лавина напряжения. Предотвращение лавины напряжения средствами РЗА. Устойчивость узла нагрузки при больших возмущениях: пуск двигателя, резко переменная нагрузка на</p>	2

	валу, короткие замыкания, затянутые КЗ.	
6	Причины возникновения асинхронного хода в ЭЭС, его влияние на работу генератора и режимы системы. Условия ресинхронизации. Асинхронный ход по межсистемной связи. Характеристики режима при асинхронном ходе. Мероприятия по ликвидации асинхронного хода в ЭЭС.	2
7	Мероприятия по обеспечению устойчивости ЭЭС. Основные, дополнительные и режимные мероприятия по улучшению устойчивости ЭЭС, предусматривающие изменение параметров электроэнергетического оборудования, применение дополнительных устройств автоматического управления, а также непосредственное воздействие на режим ЭЭС.	2
Всего		16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Собственные и взаимные проводимости расчетных схем. Метод единичных токов. Векторная диаграмма синхронного генератора и получение расчетных формул для определения активной мощности.	2
2	Расчет идеального и действительного предела передаваемой мощности для явнополюсного и неявнополюсного генератора.	4
3	Определение предела передаваемой мощности электропередачи и коэффициентов запаса статической устойчивости при установке на генераторах автоматических регуляторов возбуждения пропорционального и сильного действия. Анализ угловых характеристик мощности.	4
4	Способ площадей. Определение предельного времени отключения трехфазного КЗ. Расчет переходного процесса в простейшей ЭЭС при несимметричных КЗ методом последовательных интервалов без учета и с учетом электромагнитных переходных процессов в обмотке возбуждения генератора. Определение максимального угла расхождения ЭДС двух электростанций при качаниях.	4
5	Устойчивость асинхронного двигателя. Устойчивость узла нагрузки.	4
6	Использование критериев оценки качества переходных процессов. Решение задачи синтеза алгоритмов управления с использованием метода Ляпунова. Решение задачи синтеза алгоритмов управления с использованием метода Беллмана.	4
7	Анализ влияния устройств FACTS на режим межсистемной связи. Стабилизация режима воздействием на возбуждение генераторов. Расчеты влияния электрического торможения на динамическую устойчивость ЭЭС.	2
Всего		24

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Самостоятельная работа	Проработать материал лекции. Рассмотреть векторную диаграмму синхронного генератора	4
2	Самостоятельная работа	Проработать материал лекции.	4
3	Самостоятельная работа	Проработать материал лекции. Произвести анализ угловых характеристик мощности.	4
4	Самостоятельная работа	Проработать материал лекции. Рассмотреть способ площадей, определение предельного времени отключения трёхфазного КЗ.	4
5	Задача	Решить предложенную задачу.	4
6	Задача	Решить предложенную задачу.	4
7	Самостоятельная работа.	Проработать материал лекции.	4
Всего			28

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Переходные электромеханические процессы» направления подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» используются традиционные образовательные технологии - лекции в сочетании с практическими занятиями и применяется электронное обучение, а также дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle.
- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра. Включает в себя: решение задач; проведение тестирования (компьютерное).

Результат промежуточной аттестации в форме зачета без оценки определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач

Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-3	ПК- 3.1	<p>знать:</p> <p>влияние систем автоматического регулирования режима на условия устойчивости электроэнергетических систем; технические способы и средства улучшения условий статической, динамической и результирующей устойчивости электроэнергетических систем</p>	<p>Демонстрирует уверенное знание теории в части: влияния систем автоматического регулирования режима на условия устойчивости электроэнергетических систем; технические способы и средства улучшения условий статической, динамической и</p>	<p>Демонстрирует хорошее (с небольшими поправками) знание теории в части: влияния систем автоматического регулирования режима на условия устойчивости электроэнергетических систем; технические способы и средства улучшения условий</p>	<p>Имеет посредственное (наличие грубых ошибок и неточностей формул) знание теории в части: влияния систем автоматического регулирования режима на условия устойчивости электроэнергетических систем; технические способы и</p>	<p>Проявляет очень слабое знание теории в части: влияния систем автоматического регулирования режима на условия устойчивости электроэнергетических систем; технические способы и средства улучшения условий статической, динамической</p>

			результующей устойчивости энергетических систем.	вий статической, динамической и результатующей устойчивости энергетических систем.	средства улучшения условий статической, динамической и результатующей устойчивости энергетических систем.	ской и результатующей устойчивости энергетических систем.
		уметь:				
		производить анализ, поиск и использования научно-технической информации по тематике; рассчитывать параметры электрических переходных процессов; выбирать средства улучшения условий статической и динамической устойчивости электроэнергетической системы	Уверенно выполняет анализ, поиск и использования научно-технической информации по тематике. Уверенно рассчитывает параметры электрических переходных процессов, выбирает средства улучшения условий статической и динамической устойчивости энергетической системы.	Достаточно уверенно, с небольшими поправками выполняет анализ, поиск и использования научно-технической информации по тематике. Достаточно уверенно рассчитывает параметры электрических переходных процессов, выбирает средства улучшения условий статической и дина-	С грубыми ошибками и замечаниями выполняет анализ, поиск и использования научно-технической информации по тематике. С грубыми ошибками и замечаниями рассчитывает параметры электрических переходных процессов, выбирает средства улучшения условий статической и дина-	Не выполняет анализ, поиск и использования научно-технической информации по тематике. Не рассматривает параметры электрических переходных процессов, не выбирает средства улучшения условий статической и динамической устойчивости энергетической

				мической устойчивости энергетической системы.	мической устойчивости энергетической системы.	системы.
владеть:						
		терминологией в области переходных режимов и устойчивости энергетических систем; навыками применения полученной информации при проектировании электроэнергетических систем; методами анализа режимов работы электроэнергетического оборудования и систем	Уверенно владеет терминологией в области переходных режимов и устойчивости энергетических систем; навыками применения полученной информации при проектировании и энергетических систем; методами анализа режимов работы электроэнергетического оборудования и систем.	Достаточно уверенно (с незначительными поправками) владеет терминологией в области переходных режимов и устойчивости энергетических систем; навыками применения полученной информации при проектировании и энергетических систем; методами анализа режимов работы электроэнергетического оборудования и систем.	Очень слабо и неуверенно владеет терминологией в области переходных режимов и устойчивости энергетических систем; навыками применения полученной информации при проектировании и энергетических систем; методами анализа режимов работы электроэнергетического оборудования и систем.	Практически не владеет терминологией в области переходных режимов и устойчивости энергетических систем; навыками применения полученной информации при проектировании и энергетических систем; методами анализа режимов работы электроэнергетического оборудования и систем.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Хузяшев Р. Г., Наумов О. В.	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2018	https://lib.kgeu.ru/irbis64r_1/scan/217эл.pdf	2
2	Шабад В. К.	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах	учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Электрические станции" и "Электроснабжение"	М.: Академия	2013		5
3	Крючков И. П., Старшинов В. А., Гусев Ю. П., Пираторов М. В.	Переходные процессы в электроэнергетических системах	учебник для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2009		194

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издатель- ство	Год издания	Адрес элек- тронного ресурса	Кол-во экземпля- ров в биб- лиотеке КГЭУ
1	Кацман М. М.	Электрические машины	учебник	М.: Ака- демия	2008		45
2	Гумеро- ва Р. Х., Гумеров Ф. М.	Переходные процессы в электрических системах	учебное пособие по дисци- плине "Электри- чески е системы и сети"	Казань: КГЭУ	2008		110
3	Ванурин В. Н.	Электрические машины	учебник	СПб.: Лань	2016	https://e.lanbo.com/book/72974	1
4	Веников В. А.	Переходные электромеха- нические про- цессы в элек- трических сис- темах	учебное пособие для вузов	М.: Высш. шк.	1978		216
5	Саитба- талов а Р.С., Га- леева Р.У.	Переходные процессы в электроэнер- гетических системах	програ- ма, метод. указания и контр. задания для сту- дентов- заочников	Казань: КГЭУ	2006		594
6	Саитба- талов а Р.С., Бикбов Р.Ш.	Переходные процессы элек- трических сис- тем в примерах и иллюстраци- ях	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2006		39
7	Веников В. А.	Переходные электромеха- нические про- цессы в элек- трических сис- темах	учебник	М.-Л.: Энергия	1964		18

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
2	Scopus	https://www.scopus.com	https://www.scopus.com
3	КиберЛенинка	В https://cyberleninka.ru/	В https://cyberleninka.ru/
4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
5	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru
6	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
7	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	www.elibrary.ru
8	IEEE Xplore	www.ieeeexplore.ieee.org	www.ieeeexplore.ieee.org

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
3	Office Professional Plus 2007	Пакет программных	ЗАО "СофтЛайн-

	Windows32 Russian DiskKit MVL CD	продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	Трейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно
4	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-404	доска аудиторная (2 шт)
		Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-508	доска аудиторная, проектор, диаскоп, системный блок, телевизор, установка ДМ-28М для испыт. подшипников качения; установка ДМ-29М для испытания и расчета режимов трения подшипн.скольжения; установка ДМ-35 для исследования режимов работы передачи гибкой связью; установка ДМ-36 для изучения критических скоростей вращения валов; установка ДМ-38М для определения динамических характеристик тормозного устройства; лабораторный стенд ДП-4К для исследования характеристик червячного редуктора; лабораторный стенд ДП-5К для исследования характеристик планетарного редуктора; червячные редукторы различных конструкций и размеров; подшипники качения различных типов и размеров; детали машин, механизмов, энергооборудования; автоматизированный лабораторный комплекс «Детали машин – передачи»; планшет с натуральными образцами – «Редуктор червячный»; планшет с натуральными образцами – «Редуктор цилиндрический»; планшет с натуральными образцами – «Ремни зубчатые»; планшет с натуральными образцами – «Ремни клиновые»; планшет с натуральными образцами – «Подшипники качения»; планшет с натураль-

			ными образцами – «Вариатор фрикционный, дисковый»; модель червяного редуктора – М10; модель цилиндрического редуктора – М1
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий Д-214 (2)	оборудование фирмы «Шнейдер Электрик»: выключатель Masterpact MTZ 2-08 N1, демонстрационный щит ОККЕН колонна 2, демонстрационный щит ОККЕН колонна 1, шкаф Prisma Plus (Masterpact NW 08 N1, выкатной с мотор редуктором), шкаф НКУ Prisma Plus Pact, шкаф НКУ Prisma Plus G, компьютер в комплекте с монитором (2 шт.), проектор, экран, доска, ноутбук (переносной).
		Учебная аудитория для проведения практических занятий Д-124	доска аудиторная, компьютер в комплекте с монитором, проектор, стенд лабораторный «Характеристики электромагнитных реле», установка ЭУ5000.
		Учебная аудитория для проведения практических занятий Д-214 (3)	оборудование фирмы «Шнейдер Электрик»: программируемые логические контроллеры Zelio, частотные преобразователи Altivar 71, 61, 31, 21, автоматика управления двигателями 2ПБ 90 Г, АД 71 А 2УЗ, компьютер в комплекте с монитором (4 шт.), проектор, экран, доска.
3	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренной образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;
- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;
- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;
- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;
- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;
- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;
- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Физическое воспитание:

- формирование ответственного отношения к своему здоровью, потребности в здоровом образе жизни;
- формирование культуры безопасности жизнедеятельности;
- формирование системы мотивации к активному и здоровому образу жизни, занятиям спортом, культуры здорового питания и трезвости.

Профессионально-трудовое воспитание:

- формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;
- формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

Экологическое воспитание:

- формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу;

10. Структура дисциплины «Переходные электромеханические процессы» для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	19	19
Лекции (Лек)	6	6
Практические занятия (Пр)	8	8
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС)	81	81
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины с 2021/2022 учебного года

В программу вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися» (стр. 24-25).
2. В соответствии с Приказом Минобрнауки № 1456 от 26.11.2020 внесены следующие изменения:
 - 2.1. переименованы компетенции и индикаторы к ним: ОПК-2 в ОПК-3, ОПК-3 в ОПК-4, ОПК-4 в ОПК-5, ОПК-5 в ОПК-6 (стр. 4-5).

Программа одобрена на заседании кафедры–разработчика
«Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»
18 «июня» 2021г., протокол № 30

Программа одобрена методическим советом института ИЭЭ
«22»июня 2021г., протокол № 11

Зам. директора ИЭЭ



Ахметова Р.В.

*Приложение к рабочей программе
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Переходные электромеханические процессы

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Квалификация бакалавр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Переходные электромеханические процессы»
(наименование дисциплины, практики)

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и учебному плану.
код и наименование направления подготовки

ОМ соответствует требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию ОМ по дисциплине, а именно:

1 Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2 Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результаты обучения, уровней сформированности компетенций.

3 Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

4 Методические материалы ОМ содержат чётко сформулированные рекомендации по проведению процедуры оценивания результатов обучения и сформированности компетенций.

2. Направленность ОМ по дисциплине соответствует целям ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профстандартам.

3. Объём ОМ соответствует учебному плану подготовки.

4. Качество ОМ в целом обеспечивают объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями.

Заключение. На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Следует отметить, что созданы условия для максимального приближения системы оценки и контроля компетенций обучающихся к условиям их будущей профессиональной деятельности.

Рассмотрено на заседании учебно-методического совета

«28» _____ 10 _____ 2020 г., протокол № 3

Председатель УМС _____ И.В. Ившин

Рецензент

Зам. главного инженера

ООО ИЦ «ЭнергоРазвитие» _____

(личная подпись)



А.С. Вакатов

Дата

Оценочные материалы по дисциплине «Переходные электромеханические процессы» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции:

ПК-3 Способен участвовать в проектировании релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства:

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 7 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 7

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Самостоятельная работа	Тест	ПК-3.1	менее 3	3 - 4	5 - 6	6 - 7
2	Самостоятельная работа	Тест	ПК-3.1	менее 3	3 - 5	5 - 6	6 - 7
3	Самостоятельная работа	Тест	ПК-3.1	менее 4	4 - 5	5 - 7	7 - 9
4	Самостоятельная работа	Тест	ПК-3.1	менее 5	5 - 6	6 - 7	7 - 9
5	Решить задачу	Задача	ПК-3.1	менее 5	5 - 6	6 - 7	7 - 9
6	Решить задачу	Задача	ПК-3.1	менее 5	5 - 6	6 - 8	8 - 9
7	Самостоятельная работа.	Тест	ПК-3.1	менее 5	5 - 7	7 - 9	9 - 10
Итого за текущий контроль успеваемости				менее 30	30-39	40-50	50-60
Промежуточная аттестация							
Подготовка к экзамену		экзаменационные билеты	ПК-3.1	менее 25	25-30	30-34	35-40
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Тест по дисциплине "Переходные электромеханические процессы"	Приведены тестовые вопросы по разделам дисциплины "Противоаварийная и сетевая автоматика"	Тест
Комплект контрольных задач	Студенту необходимо решить задачу	Задача
Экзаменационные вопросы	Перечень экзаменационных вопросов для проведения экзамена по дисциплине.	Билеты

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Тест по дисциплине "Переходные электромеханические процессы"
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Примерные тестовые задания:</p> <p>1. Задание № 1</p> <p>Отметьте правильные ответы</p> <p>Самозапуск – это процесс</p> <ol style="list-style-type: none">восстановления нормальной работы двигателей после ее кратковременного нарушения, вызванного исчезновением питания или коротким замыканием;перехода двигателей из неподвижного состояния в состояние вращения с нормальной скоростью;перехода двигателей из состояния вращения с нормальной скоростью в состояние останова. <p>2. Задание № 2</p> <p>Отметьте правильные ответы</p> <p>Самозапуск электродвигателя осуществим если средний асинхронный момент</p>

двигателя

1. больше момента сопротивления механизма;
2. меньше момента сопротивления механизма;
3. равен моменту сопротивления механизма.

3. Задание № 3

Отметьте правильные ответы

Результирующая устойчивость – это способность системы восстанавливать исходный режим или режим близкий к исходному

1. при малых возмущениях и малых изменениях скорости;
2. при больших возмущениях и малых изменениях скорости;
3. при больших возмущениях и больших изменениях скорости.

4. Задание № 4

Отметьте правильные ответы

Для асинхронных режимов характерно периодическое изменение вектора угла между несинхронными ЭДС

1. от нуля до 360° с частотой скольжения;
2. от нуля до 180° с частотой скольжения;
3. от 180° до 360° с частотой скольжения;

5. Задание № 5

Отметьте правильные ответы

Вращающий момент синхронного генератора при асинхронном ходе включает

1. синхронный момент
2. асинхронный момент
3. синхронный и асинхронный моменты

6. Задание № 6

Отметьте правильные ответы

При несинхронной работе

1. ЭДС генератора зависит от скольжения
2. ЭДС генератора не зависит от скольжения

7. Задание № 7

Отметьте правильные ответы

Условие успешной ресинхронизации

1. скольжение $S = 0$ и $M_{\text{сн}}(\text{момент синхронный}) > M_{\text{т}}$ (момент турбины);
2. скольжение $S = 0$ и $M_{\text{сн}}(\text{момент синхронный}) < M_{\text{т}}$ (момент турбины);
3. скольжение $S = 0$ и $M_{\text{сн}}(\text{момент синхронный}) = M_{\text{т}}$ (момент турбины);

8. Задание № 8

Отметьте правильные ответы

Статическая устойчивость - это способность системы восстанавливать исходный режим или режим близкий к исходному

1. при малых возмущениях и малых изменениях скорости (верно)
2. при БОЛЬШИХ ВОЗМУЩЕНИЯХ И МАЛЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ СКОРОСТИ;
3. при больших возмущениях и больших изменениях скорости.

9. Задание № 9

Отметьте правильные ответы

Практический критерий статической устойчивости асинхронного двигателя

1. $\frac{\partial P}{\partial s} > 0$;
2. $\frac{\partial P}{\partial s} < 0$;
3. $\frac{\partial P}{\partial \delta} > 0$;

10. Задание № 10

Отметьте правильные ответы

Для расчета статической устойчивости синхронная машина без АРВ вводится в схему замещения

1. ЭДС E'_q и реактивностью x'_d ;
2. ЭДС E_q и реактивностью x_d .
3. ЭДС E_q и реактивностью x_q .

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Шкала оценивания результатов количество баллов = (20*процент правильных ответов)/100
---	--

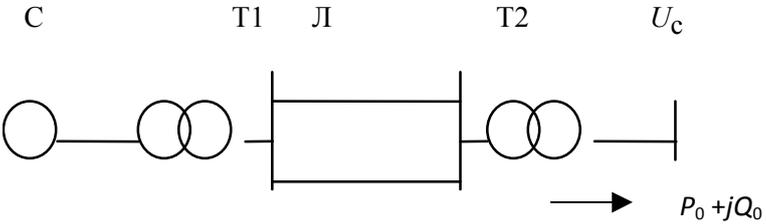
Наименование оценочного средства	Задача																																																																													
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Пример заданий:</p> <p>Задача 1.</p> <p>На рис.4 показана исследуемая система, состоящая из источника бесконечной мощности, представленной шиной постоянного напряжения с $U_c = 340$ кВ; генератора Г, двух трансформаторов Т1, Т2 и линии Л.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Рис. 4. Исследуемая система</p> <p>Трансформатор Т1: $U_{вн} = 110$ кВ, $U_{нн} = 13,8$кВ; трансформатор Т2: $U_{вн} = 330$ кВ, $U_{нн} = 110$ кВ. Требуется определить предел передаваемой мощности. Генераторы станции С не имеют АРВ.</p> <p style="text-align: center;">Таблица 1.1. Параметры генераторов станции С</p> <table border="1" data-bbox="414 1400 1500 1937"> <thead> <tr> <th>№ вар.</th> <th>Мощность S_n, МВ·А</th> <th>Количество n, шт.</th> <th>Напряжение U_n, кВ</th> <th>$\cos\varphi$, о.е</th> <th>Сопротивление X_d, о.е.</th> <th>Сопротивление X'_d, о.е.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>125</td><td>2</td><td>10,5</td><td>0,8</td><td>1,91</td><td>0,28</td></tr> <tr><td>2</td><td>235</td><td>1</td><td>10,5</td><td>0,85</td><td>1,88</td><td>0,25</td></tr> <tr><td>3</td><td>125</td><td>2</td><td>10,5</td><td>0,8</td><td>1,91</td><td>0,28</td></tr> <tr><td>4</td><td>117</td><td>3</td><td>10,5</td><td>0,85</td><td>1,79</td><td>0,26</td></tr> <tr><td>5</td><td>353</td><td>1</td><td>20</td><td>0,85</td><td>1,7</td><td>0,26</td></tr> <tr><td>6</td><td>37</td><td>3</td><td>10,5</td><td>0,8</td><td>2,53</td><td>0,26</td></tr> <tr><td>7</td><td>62</td><td>2</td><td>10,5</td><td>0,8</td><td>1,84</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>8</td><td>75</td><td>1</td><td>10,5</td><td>0,8</td><td>1,9</td><td>0,23</td></tr> <tr><td>9</td><td>75</td><td>2</td><td>10,5</td><td>0,8</td><td>1,9</td><td>0,23</td></tr> <tr><td>10</td><td>115</td><td>1</td><td>10,5</td><td>0,85</td><td>1,79</td><td>0,26</td></tr> </tbody> </table>	№ вар.	Мощность S_n , МВ·А	Количество n , шт.	Напряжение U_n , кВ	$\cos\varphi$, о.е	Сопротивление X_d , о.е.	Сопротивление X'_d , о.е.	1	125	2	10,5	0,8	1,91	0,28	2	235	1	10,5	0,85	1,88	0,25	3	125	2	10,5	0,8	1,91	0,28	4	117	3	10,5	0,85	1,79	0,26	5	353	1	20	0,85	1,7	0,26	6	37	3	10,5	0,8	2,53	0,26	7	62	2	10,5	0,8	1,84	0,2	8	75	1	10,5	0,8	1,9	0,23	9	75	2	10,5	0,8	1,9	0,23	10	115	1	10,5	0,85	1,79	0,26
№ вар.	Мощность S_n , МВ·А	Количество n , шт.	Напряжение U_n , кВ	$\cos\varphi$, о.е	Сопротивление X_d , о.е.	Сопротивление X'_d , о.е.																																																																								
1	125	2	10,5	0,8	1,91	0,28																																																																								
2	235	1	10,5	0,85	1,88	0,25																																																																								
3	125	2	10,5	0,8	1,91	0,28																																																																								
4	117	3	10,5	0,85	1,79	0,26																																																																								
5	353	1	20	0,85	1,7	0,26																																																																								
6	37	3	10,5	0,8	2,53	0,26																																																																								
7	62	2	10,5	0,8	1,84	0,2																																																																								
8	75	1	10,5	0,8	1,9	0,23																																																																								
9	75	2	10,5	0,8	1,9	0,23																																																																								
10	115	1	10,5	0,85	1,79	0,26																																																																								

Таблица 1.2. Параметры трансформаторов Т1, Т2 и линии Л

№ вар.	ТрансформаторТ1		ТрансформаторТ2		Линия Л		
	Мощ-н ость S_n , МВ·А	Напря-ж ение $U_{кз}$, %	Мощ-н ость S_n , МВ·А	Напря-ж ение $U_{кз}$, %	Длина L , км	Сопр о-тив ле-ни еR, Ом/к м	Напря-жен ие U_n , кВ
1	250	11	200	11	240	0,43	220
2	250	11	250	11	250	0,43	220
3	250	11	400	11	200	0,43	220
4	400	11	200	11	200	0,42	220
5	400	11	400	11	180	0,41	220
6	125	10,5	25	10,5	150	0,43	110
7	125	10,5	40	10,5	120	0,4	110
8	63	10,5	25	10,5	120	0,44	110
9	125	10,5	40	10,5	130	0,42	110
10	125	10,5	40	10,5	140	0,41	110

Таблица 1.3. Параметры режима

№вари-анта	Мощность P_0 , МВт	$\cos\varphi$, о.е.
1	200	0,85
2	180	0,86
3	210	0,87
4	240	0,86
5	250	0,88
6	60	0,87
7	75	0,89
8	50	0,88
9	70	0,85
10	75	0,84

Критерии оценки и
шкала оценивания в
баллах

За правильно решенную задачу начисляется 20 баллов

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретённых в течение обучения по дисциплине. Экзамен проводится в письменной форме с дальнейшим собеседованием. Студент выбирает билет, содержащий 2 вопроса из базового и продвинутого уровня, для высокого уровня задаются дополнительно задачи. Билеты формируются преподавателем перед зачетно-экзаменационной сессией.</p> <p>По результатам ответов на промежуточной аттестации выставляется максимально 40 баллов: при полном ответе на вопросы базового уровня – 25-30 баллов, базового и продвинутого – 30-34 баллов; базового, продвинутого и высокого – 35-40 баллов. В случае неполных ответов по билету или спорной оценки задаются дополнительные вопросы из общего списка (вне зависимости от уровня освоения) по усмотрению преподавателя.</p> <p>Итоговая оценка по дисциплине представляет собой сумму из баллов полученных в течении семестра и баллов полученных на промежуточной аттестации.</p> <p style="text-align: center;">Вопросы к экзамену по дисциплине</p> <p style="text-align: center;">Базовые вопросы</p> <ol style="list-style-type: none">1. Практический критерий устойчивости асинхронного двигателя.2. Самораскачивание. Условия возникновения.3. устойчивости переходного режима.4. Самовозбуждение. Условия возникновения, причины.5. Статические характеристики нагрузки. Влияние частоты6. Параметры элементов электрических систем при асинхронных режимах.7. Классификация электромеханических переходных процессов по характеру возмущений, изменений мощности и скорости8. Схемы замещения основных силовых элементов электрической системы9. Собственные и взаимные проводимости электрической системы. Способ преобразований, метод единичных токов10. Устойчивость переходного режима. Общий критерий устойчивости11. Синхронная работа генератора без АРВ. Определение ЭДС генератора12. Применение способа площадей для изучения относительного движения роторов генераторов.13. Пуск двигателя. Условие успешного пуска. Схемы пуска14. Практический критерий устойчивости простейшей электрической системы15. Практический критерий устойчивости асинхронного двигателя16. Характеристики системы, содержащей любой17. Мероприятия режимного характера по улучшению качества переходного процесса число линейных элементов. Выражение для определения активной мощности18. Наброс нагрузки на синхронный двигатель. Условия устойчивой работе двигателя при набросе нагрузки19. Наброс нагрузки на асинхронный двигатель. Условия устойчивой работе двигателя при набросе нагрузки20. Простейшая оценка динамической устойчивости электрической системы. Определение21. Влияние включения в нагрузку батарей конденсаторов

22. Мероприятия, повышающие качество переходного процесса
23. Метод последовательных интервалов при учете реакции якоря

Вопросы для продвинутого уровня

1. Простейшая оценка динамической устойчивости электрической системы. Определение устойчивости переходного режима
2. Статические характеристики нагрузки. Влияние частоты
3. Косвенный критерий статической устойчивости простейшей электрической системы.
4. Пуск асинхронных двигателей.
5. Методы пуска.
6. Уравнение движения при пуске и его интегрирование
7. Практический критерий статической устойчивости двух станций, работающих на общую нагрузку. Определение коэффициента запаса устойчивости
8. Исследование статической устойчивости комплексной нагрузки
9. Наброс нагрузки на асинхронный двигатель. Условия работы двигателя при набросе нагрузки
10. Схемы замещения основных силовых элементов при исследовании переходных процессов. Математическая модель синхронной машины
11. Основные допущения, принимаемые при исследовании динамической устойчивости.
12. Определение предельного угла отключения короткого замыкания.
13. Определение предельного угла отключения КЗ для системы, состоящей из двух станций и промежуточных нагрузок.
14. Анализ динамической устойчивости
15. Практический критерий статической устойчивости асинхронного электродвигателя соизмеримого по мощности с мощностью станции
16. Способ площадей при исследовании устойчивости двух станций, работающих на общую нагрузку. Определение коэффициента запаса устойчивости
17. Устойчивость системы, содержащей станцию, питающую через ЛЭП нагрузку соизмеримой мощности
18. Векторная диаграмма синхронной машины. Угловые характеристики мощности нерегулируемых и регулируемых генераторов
19. Асинхронный ход синхронных машин. Этапы протекания асинхронного режима
20. Влияние демпфирования на динамическую устойчивость электрической системы.
21. Простейшая оценка динамической устойчивости электрической системы.
22. Устойчивость многомашинной системы по условиям текучести режима.
23. Самозапуск двигателей. Определение мощности самозапуска.
24. Самораскачивание. Условия возникновения

Вопросы для высокого уровня

1. Метод малых колебаний. Анализ статической устойчивости нерегулируемой системы.
2. Использование метода площадей при исследовании влияния форсировки возбуждения на качания генераторов.
3. Метод малых колебаний. Критерий Гурвица.
4. Точная синхронизация, самосинхронизация .
5. Анализ статической устойчивости при пропорциональном регулировании возбуждения. Структурная схема регулятора.
6. Анализ статической устойчивости при сильном регулировании

- возбуждения. Структурная схема регулятора.
7. Методы решений дифференциального уравнения относительного движения ротора генератора. Численное интегрирование.
 8. Метод последовательных интервалов при исследовании динамической устойчивости простейшей системы.
 9. Самовозбуждение. Условия возникновения, причины.
 10. Параметры элементов электрических систем при асинхронных режимах.
 11. Изменение активной и реактивной мощности при изменении частоты системы.
 12. Методы решений дифференциального уравнения относительного движения ротора генератора. Аппроксимация синусоиды прямыми.
 13. Асинхронный ход генератора.
 14. Переходные процессы при включении синхронного генератора.
 15. Дополнительные устройства для улучшения качества переходного процесса.
 16. Метод малых колебаний. Связь между корнями характеристического уравнения и видом переходного процесса
 17. Необходимое и достаточное условие статической устойчивости. Формулировка критерия статической устойчивости.
 18. Исследование статической устойчивости нерегулируемых систем с учетом электромагнитных переходных процессов в ОВ.
 19. Классификация мероприятий по повышению устойчивости электрической системы.
 20. Формулировка критерия Гурвица. Алгоритм исследования статической устойчивости методом Гурвица.
 21. Исследование статической устойчивости регулируемой системы. Передаточная функция.
 22. Определение синхронного момента синхронного генератора в асинхронном режиме. Синхронизация. Самосинхронизация.
 23. Движение ротора двигателя при отсутствии механической мощности.
 24. Метод малых колебаний при анализе статической устойчивости с упрощенным учетом демпферного момента.