

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ТОБОЛЬСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель КСН

 Г.А. Хмара

«30» августа 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Переходные процессы
направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
направленность: Электроснабжение
форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30 августа 2021 г. и требованиями ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность «Электроснабжение» к результатам освоения дисциплины «Переходные процессы».

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры электроэнергетики
Протокол № 16 от «30» августа 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой ЭЭ



Е.С.Чижикова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой ЭЭ
«30» августа 2021 г.



Е.С.Чижикова

Рабочую программу разработал:

О.В. Газизова, доцент кафедры электроэнергетики,
кандидат технических наук, доцент



1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование знаний у обучающихся представлений о комплексе вопросов и проблем, связанных с переходными процессами в электрических сетях и системах электроснабжения; умений производить расчёты по выбору электрооборудования с учётом действия на него явлений, возникающих при переходных процессах; навыков ограничения переходных процессов с минимизацией отрицательных воздействий на систему в различных режимах эксплуатации электрооборудования.

Задачи дисциплины:

- знакомство с причинами появления переходных процессов и способами их предотвращения и ограничения;
- изучение последствий переходных процессов и их влияние на работоспособность элементов электроэнергетических систем (ЭЭС), изменение их режимных параметров;
- изучение методик расчётов переходных процессов в ЭЭС и допущений, принимаемых при этих расчётах;
- получение представлений об устойчивости режимов ЭЭС при малых и больших возмущениях, статической и динамической устойчивости;
- получение навыков анализа условий и средств стабилизации асинхронных и переходных режимов ЭЭС.

2. Место дисциплины/модуля в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Переходные процессы» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание: основных положений раздела общего курса физики " Электричество и магнетизм";

- положений разделов теоретических основ электротехники "Расчет цепей при синусоидальных токах", " Цепи переменного тока", " Резонансные явления", " Цепи с взаимной индуктивностью", " Переходные процессы ", " Трехфазные цепи", " Метод симметричных составляющих", " Несинусоидальные токи и напряжения", "Магнитные цепи";

- общих сведений об синхронных генераторах, трансформаторах, синхронных и асинхронных двигателях;

умение: применять основные положения раздела общего курса физики " Электричество и магнетизм" к практическим задачам;

- использовать основные положения приведенных разделов теоретических основ электротехники при анализе режимов в электрических сетях;

- давать характеристику основных режимов работы синхронных генераторов, трансформаторов, синхронных и асинхронных двигателей;

владение: навыками применения основных законов раздела общего курса физики "Электричество и магнетизм";

- навыками применения методов и методик приведенных разделов теоретических основ электротехники при анализе режимов в электрических сетях;

- навыками анализа основных режимов работы синхронных генераторов, трансформаторов, синхронных и асинхронных двигателей.

Для полного усвоения данной дисциплины «Переходные процессы» студенты должны знать следующие дисциплины: «Теоретические основы электротехники»; «Электрические

машины»; «Электрическая часть электростанций и подстанций»; «Электроэнергетические системы и сети»; «Теория автоматического управления в электрических системах».

Дисциплина «Переходные процессы» логически и содержательно связана с параллельно изучаемыми дисциплинами: «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»; «Электроснабжение»; «Электрический привод»; «Математические задачи в электроэнергетике» или «Математическое моделирование систем электроснабжения», производственной практикой (научно-исследовательской работой).

Содержание дисциплины «Переходные процессы» основой для освоения дисциплин «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», «Электропривод в нефтегазовой отрасли», а также прохождения производственной практики (преддипломной практики) и выполнения выпускной квалификационной работы. Это обусловлено тем, что дисциплина формирует основы анализа причин возникновения и характера протекания переходных процессов в электроэнергетических системах, проверки электрооборудования в аварийных условиях, умение выявлять закономерности и особенности переходных электромагнитных и электромеханических процессов в системах электроснабжения, причинно-следственные связи и возможные нежелательные последствия таких явлений. Указанные связи и содержание дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин, что обеспечивает соответствующий теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности бакалавра. В процессе изучения дисциплины формируются основные компетенции, направленные на овладение культурой мышления, способностью к анализу и синтезу.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) ¹	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПКС-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.	Знать: способы определения и основные технические характеристики источников конечной и бесконечной мощности (З1); Уметь: пользоваться справочной литературой и нормативной документацией для определения исходных данных при расчете переходных режимов (У1); Владеть: навыками выбора типовых кривых для расчета режимов короткого замыкания (В1);
	ПКС-1.2 Обосновывает выбор целесообразного решения.	Знать: теоретические основы протекания режимов короткого замыкания и обрывов в крупных электроэнергетических системах и отдельных синхронных генераторах (З2); Уметь: определять величину токов короткого замыкания в системах электроснабжения, имеющих различные источники питания и сложную конфигурацию (У2);

		Владеть: навыками выбора методики расчета параметров режима короткого замыкания с учетом его локализации и симметрии (B2);
	ПКС-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.	Знать: основы выбора коммутационных аппаратов с учетом составляющих тока короткого замыкания и уровня напряжения сети (33);
		Уметь: выбирать коммутационные аппараты с учетом составляющих тока короткого замыкания (У3);
		Владеть: навыками преобразования сложных схем замещения (B3);
	ПКС-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.	Знать: основы анализа статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов (34);
		Уметь: определять запас статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов (У4);
		Владеть: навыками повышения статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов при отсутствии таковых (B4);
ПКС-2. Способен участвовать в эксплуатации систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов.	ПКС-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов.	Знать: признаки нарушения устойчивости нагрузки систем электроснабжения (35);
		Уметь: выявлять причины неустойчивой работы синхронных и асинхронных двигателей (У5);
		Владеть: навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости синхронных и асинхронных двигателей (B5).
	ПКС-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов.	Знать: основные показатели устойчивой работы синхронных и асинхронных машин (36);
		Уметь: прогнозировать неустойчивые режимы работы синхронных и асинхронных машин (У6);

		Владеть: навыками определения нарушения устойчивости в электроэнергетической системе (В6);
	ПКС-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования.	Знать: основные методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока (З7);
		Уметь: выбирать наиболее подходящие методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока (У7);
		Владеть: навыками применения основных методов анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока (В7);

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 6 зачетные единицы, 216 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	67	34	34	34	51	экзамен
заочная	45	14	14	14	156	экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

Очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

п/ п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства ¹
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
3 курс 6 семестр «Электромагнитные переходные процессы»									
1.	1	Моделирование режимов ЭЭС.	3	-	-	3	6	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, АКР1
2.	2	Математические модели элементов ЭЭС. Система относительных единиц.	3	4	6	3	16	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4	Устный опрос, защита лабораторн

								ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	ой работы
3.	3	Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Трехфазное КЗ в простейшей цепи.	3	4	6	3	16	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
4.	4	Методы расчета токов КЗ. Типовые кривые. Расчетные кривые. Учет АРВ в последующие моменты КЗ.	3	4	–	3	10	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, АКР2
5.	5	Несимметричные режимы в ЭЭС. Короткие замыкания и обрывы.	3	4	6	3	16	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
6.	6	Переходные процессы в ЭЭС до 1 кВ.	3	2	–	3	8	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, АКР2
7.	Курсовая работа		-	-	-	-	-	-	-
8.	Экзамен					36	36		Итоговый тест
Итого:			18	18	18	54	108		
4 курс 7 семестр «Электромеханические переходные процессы»									
9	1	Внезапное КЗ синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные величины. Последующие моменты внезапного КЗ синхронного генератора.	3	4	4	6	17	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
10.	2	Статическая устойчивость энергосистем.	3	2	4	6	15	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
11.	3	Статическая устойчивость нагрузки.	3	2	-	6	11	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, АКР1
12.	4	Динамическая устойчивость энергосистем.	3	6	4	6	19	ПКС-1.1 ПКС-1.2	Устный опрос,

								ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	защита лабораторной работы
13.	5	Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях.	3	-	4	6	13	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
14.	6	Мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов энергосистем.	1	2	-	3	6	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, АКР2
15.	Экзамен					27	27		Итоговый тест
Итого:			16	16	16	60	108		

Заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства ¹
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
4 курс «Электромагнитные переходные процессы»									
1.	1	Моделирование режимов ЭЭС.	1	-	-	12	13	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос
2.	2	Математические модели элементов ЭЭС. Система относительных единиц.	1	1	2	14	18	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
3.	3	Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Трехфазное КЗ в простейшей цепи.	1	1	2	14	18	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
4.	4	Методы расчета токов КЗ. Типовые кривые. Расчетные кривые. Учет АРВ в последующие моменты КЗ.	1	2	-	14	17	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1	Устный опрос

								ПКС-2.2 ПКС-2.3	
5.	5	Несимметричные режимы в ЭЭС. Короткие замыкания и обрывы.	1	1	2	14	18	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
6.	6	Переходные процессы в ЭЭС до 1 кВ.	1	1	–	13	15	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос
7.	Курсовая работа		-	-	-	9	-	-	-
8.	Экзамен						9		Итоговый тест
Итого:			6	6	6	90	108		
5 курс «Электромеханические переходные процессы»									
9	7	Внезапное КЗ синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные величины. Последующие моменты внезапного КЗ синхронного генератора.	2	1	2	12	17	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
15.	8	Статическая устойчивость энергосистем.	1	1	2	12	16	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
16.	9	Статическая устойчивость нагрузки.	1	-	-	12	13	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос
17.	10	Динамическая устойчивость энергосистем.	1	6	2	12	21	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
18.	11	Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях.	2	-	2	12	16	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Устный опрос, защита лабораторной работы
19.	12	Мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов энерго-	1	-	-	15	16	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3	Устный опрос

		систем.						ПКС-1.4 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	
15.	Экзамен					9	9		Итоговый тест
Итого:			8	8	8	84	108		

Очно-заочная форма обучения (ОЗФО) – не предусмотрена.

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. Моделирование режимов ЭЭС.

Основные термины и определения. Содержание курса и его место в обучении. Виды переходных процессов. Основные положения, принимаемые при анализе. Моделирование режимов ЭЭС. Математическое моделирование. Физическое моделирование.

Раздел 2. Математические модели элементов ЭЭС. Система относительных единиц.

Математические модели элементов ЭЭС. Синхронные машины. Векторная диаграмма синхронного генератора. Трансформаторы и автотрансформаторы. Линии электропередачи (ЛЭП). Нагрузка. Синхронные двигатели. Асинхронные двигатели. Токоограничивающие и шунтирующие реакторы. Система электроснабжения. Расчет режимов в именованных и относительных единицах.

Раздел 3. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Трёхфазное КЗ в простейшей цепи.

Основные сведения о коротких замыканиях (КЗ). Расчётные схемы и схемы замещения, принципы построения. Преобразование схем замещения. Симметричное трёхфазное короткое замыкание. Трёхфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин бесконечной мощности. Наибольшее действующее значение полного тока. Эквивалентная постоянная времени. Трёхфазное КЗ на зажимах генератора без автоматического регулирования напряжения. Трёхфазное КЗ на зажимах генератора с автоматическим регулированием напряжения. Установившийся режим КЗ. Расчёт начального сверхпереходного и ударного токов КЗ.

Раздел 4. Методы расчета токов КЗ. Типовые кривые. Расчетные кривые. Учет АРВ в последующие моменты КЗ.

Преобразование сложных схем замещения. Определение составляющих тока КЗ и их расчет. Источники конечной и бесконечной мощности. Учет затухания периодического тока КЗ от источников конечной мощности. Типовые кривые. Расчетные кривые.

Раздел 5. Несимметричные режимы в ЭЭС. Короткие замыкания и обрывы.

Метод симметричных составляющих. Параметры элементов ЭЭС обратной и нулевой последовательностей. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Однократная продольная несимметрия. Однократная поперечная несимметрия. Сложные виды несимметрии.

Раздел 6. Переходные процессы в ЭЭС до 1 кВ.

КЗ в электрических сетях с заземлённой нейтралью до 1 кВ. Особенности расчётов пе-

реходных процессов в электрических сетях до 1 кВ. Замыкание фазы на землю в сети с изолированной нейтралью. Компенсация ёмкостного тока замыкания фазы на землю.

Раздел 7. Внезапное КЗ синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные величины. Последующие моменты внезапного КЗ синхронного генератора.

Распределение магнитных потоков синхронного генератора в режимах холостого хода, нормальном, начальном моменте КЗ и последующих моментах КЗ. Переходные процессы при внезапном КЗ на выводах обмотке статора в начальный последующие моменты КЗ при отсутствии и наличии демпферных обмоток и АРВ. Определение переходных и сверхпереходных ЭДС синхронного генератора.

Раздел 8. Статическая устойчивость энергосистем.

Уравнение движения ротора генератора в различных формах. Понятие о статической устойчивости энергосистемы. Практические критерии статической устойчивости ЭЭС. Угловые характеристики генератора при сложной связи с приёмной ЭЭС. Влияние промежуточных поперечных подключений (активного, индуктивного или ёмкостного сопротивления) на статическую устойчивость одномашинной ЭЭС. Применение метода малых колебаний при исследовании статической устойчивости одномашинной ЭЭС. Векторные диаграммы напряжений и токов нерегулируемого и регулируемого генераторов. Автоматические регуляторы возбуждения пропорционального и сильного действия. Угловые характеристики генератора с автоматическим регулированием возбуждения. Самораскачивание роторов генераторов и причины его возникновения. Упрощённые математические модели регулируемого генератора. Понятие о синхронной оси; абсолютное и относительное движение роторов генераторов. Уравнения малых колебаний и критерии статической устойчивости двухмашинной ЭЭС. Угловые характеристики мощности и пределы статической устойчивости двухмашинной ЭЭС.

Раздел 9. Статическая устойчивость нагрузки.

Статические характеристики элементов нагрузки: осветительная нагрузка; реактор; конденсаторная батарея; синхронный компенсатор, синхронный двигатель, асинхронный двигатель. Статические характеристики комплексных нагрузок. Коэффициенты крутизны и регулирующие эффекты нагрузки. Статическая устойчивость асинхронного двигателя: критерий статической устойчивости; предел статической устойчивости; критическое скольжение; критическое напряжение. Влияние внешнего сопротивления и частоты в энергосистеме на статическую устойчивость асинхронного электродвигателя. Вторичные признаки устойчивости асинхронного электродвигателя. Лавина напряжения. Вторичные признаки (критерии) статической устойчивости комплексной нагрузки. Влияние компенсирующих устройств на статическую устойчивость нагрузки.

Раздел 10. Динамическая устойчивость энергосистем.

Понятие о динамической устойчивости ЭЭС. Математические модели элементов ЭЭС. Способ площадей и критерий динамической устойчивости ЭЭС. Определение предельного угла отключения повреждённой цепи линии электропередачи. Метод последовательных интервалов и предельное время отключения повреждённой цепи линии электропередачи. Динамическая устойчивость простейшей ЭЭС при полном сбросе мощности. Изменение токов и напряжений генератора при форсировке возбуждения. Применение форсировки возбуждения для обеспечения динамической устойчивости ЭЭС. Условия успешной синхронизации при подключении генератора к электрической сети. Динамическая устойчивость энергосистем с дефицитом мощности.

Раздел 11. Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возму-

щениях.

Возмущающие воздействия и большие возмущения в узлах нагрузки. Динамические характеристики осветительной нагрузки, асинхронного двигателя, синхронного двигателя. Динамическая устойчивость синхронного двигателя. Самозапуск асинхронных двигателей. Процессы при пусках двигателей. Самоотключения электроустановок и восстановление нагрузки при кратковременных нарушениях электроснабжения. Мероприятия по снижению больших возмущений и их влияния на нагрузку.

Раздел 12. Мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов энергосистем.

Основные, дополнительные и режимные мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов ЭЭС. Эффективность основных мероприятий: уменьшение реактивных сопротивлений генераторов; увеличение постоянной инерции; расщепление проводов фаз ЛЭП. Эффективность дополнительных мероприятий: сооружение переключательных пунктов на ЛЭП; применение емкостной компенсации индуктивных сопротивлений ЛЭП; использование электрического торможения генераторов. Эффективность мероприятий режимного характера: автоматическое отключение части нагрузки при снижении частоты в ЭЭС.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	3	1	-	Моделирование режимов электроэнергетических систем
2.	2	3	1	-	Математические модели элементов электроэнергетических систем. Система относительных единиц
3.	3	3	1	-	Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Трехфазное короткое замыкание в простейшей цепи
4.	4	3	1	-	Методы расчета токов КЗ. Типовые кривые. Расчетные кривые. Учет АРВ в последующие моменты КЗ.
5.	5	3	1	-	Несимметричные режимы в электроэнергетических систем. Короткие замыкания и обрывы
6.	6	3	1	-	Переходные процессы в электроэнергетических системах до 1 кВ
7.	7	3	2	-	Внезапное КЗ синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные величины. Последующие моменты внезапного КЗ синхронного генератора
8.	8	3	1	-	Статическая устойчивость энергосистем
9.	9	3	1	-	Статическая устойчивость нагрузки
10.	10	3	1	-	Динамическая устойчивость энергосистем
11.	11	3	2	-	Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях
12.	12	1	1	-	Мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов энергосистем
Итого:		34	14	-	

Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	

п	ны				
1.	1	-	-	-	-
2.	2	4	1	-	Построение векторной диаграммы синхронного генератора. Расчет режимов простейшей сети в именованных и относительных базисных единицах
3.	3	4	1	-	Расчет сверхпереходного тока короткого замыкания в сложнзамкнутой системе электроснабжения
4.	4	4	2	-	Расчет токов короткого замыкания в последующие моменты КЗ методом типовых кривых
5.	5	4	1	-	Применение метода симметричных составляющих. Расчет режима однократной поперечной несимметрии
6.	6	2	1	-	Расчет переходных процессов в электрических сетях до 1 кВ
7.	7	4	1	-	Определение переходных и сверхпереходных ЭДС синхронного генератора
8.	8	2	1	-	Определение коэффициента запаса статической устойчивости синхронного генератора
9.	9	2	-	-	Построение угловой характеристики синхронного двигателя и определение критического напряжения на его шинах
10.	10	6	6		Понятие о динамической устойчивости ЭЭС. Математические модели элементов ЭЭС
11.	12	2	-		Разработка мероприятий по повышению статической устойчивости синхронного генератора
Итого:		34	14	-	

Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Название лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	-	-	-	-
2.	2	6	2	-	Исследование режимов работы синхронного генератора с помощью векторных диаграмм.
3.	3	6	2	-	Трёхфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин бесконечной мощности.
4.	4	-	-	-	-
5.	5	6	2	-	Переходные процессы при внезапном однофазном КЗ синхронного генератора.
6.	6	-	-	-	-
7.	7	4	2	-	Переходные процессы при внезапном КЗ на выводах обмотке статора в начальный последующие моменты КЗ при отсутствии и наличии демпферных обмоток и АРВ.
8.	8	4	2	-	Статическая устойчивость электропередачи.
9.	9	-	-	-	-
10.	10	4	2		Динамическая устойчивость электропередачи.
11.	11	4	2		Динамическая устойчивость синхронного и асинхронного двигателя.
12.	12	-	-	-	-
Итого:		34	14	-	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
1.	1	3	12	-	Основные термины и определения. Содержание курса и его место в обучении. Виды переходных процессов. Основные	Освоение лекционного материала;

					положения, принимаемые при анализе. Моделирование режимов ЭЭС. Математическое моделирование. Физическое моделирование.	подготовка практическим лабораторным занятиям, АКР	к и
2.	2	3	14	-	Математические модели элементов ЭЭС. Синхронные машины. Векторная диаграмма синхронного генератора. Трансформаторы и автотрансформаторы. Линии электропередачи (ЛЭП). Нагрузка. Синхронные двигатели. Асинхронные двигатели. Токоограничивающие и шунтирующие реакторы. Система электроснабжения. Расчет режимов в именованных и относительных единицах.	Освоение лекционного материала; подготовка практическим лабораторным занятиям, АКР	к и
3.	3	3	14	-	Основные сведения о коротких замыканиях (КЗ). Расчётные схемы и схемы замещения, принципы построения. Преобразование схем замещения. Симметричное трёхфазное короткое замыкание. Трёхфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин бесконечной мощности. Наибольшее действующее значение полного тока. Эквивалентная постоянная времени. Трёхфазное КЗ на зажимах генератора без автоматического регулирования напряжения. Трёхфазное КЗ на зажимах генератора с автоматическим регулированием напряжения. Установившийся режим КЗ. Расчёт начального сверхпереходного и ударного токов КЗ.	Освоение лекционного материала; подготовка практическим лабораторным занятиям, АКР	к и
4.	4	3	14	-	Преобразование сложных схем замещения. Определение составляющих тока КЗ и их расчет. Источники конечной и бесконечной мощности. Учет затухания периодического тока КЗ от источников конечной мощности. Типовые кривые. Расчетные кривые.	Освоение лекционного материала; подготовка практическим лабораторным занятиям, АКР	к и
5.	5	3	14	-	Метод симметричных составляющих. Параметры элементов ЭЭС обратной и нулевой последовательностей. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Однократная продольная несимметрия. Однократная поперечная несимметрия. Сложные виды несимметрии.	Освоение лекционного материала; подготовка практическим лабораторным занятиям, АКР	к и
6.	5	3	13	-	КЗ в электрических сетях с заземлённой нейтралью до 1 кВ. Особенности расчётов переходных процессов в электрических сетях до 1 кВ. Замыкание фазы на землю в сети с изолированной нейтралью. Компенсация ёмкостного тока замыкания фазы на землю.	Освоение лекционного материала; подготовка практическим лабораторным занятиям, АКР	к и
7.	Экзамен	36	9	-	Подготовка к экзамену		
8.	7	6	12	-	Распределение магнитных потоков синхронного генератора в режимах холостого хода, нормальном, начальном моменте КЗ и последующих моментах КЗ. Переходные процессы при внезапном КЗ на выводах обмотке статора в начальный последующие моменты КЗ при отсутствии и наличии демпферных обмоток и АРВ. Определение	Освоение лекционного материала; подготовка практическим лабораторным занятиям, АКР	к и

					переходных и сверхпереходных ЭДС синхронного генератора.	
9.	8	6	12	-	Уравнение движения ротора генератора в различных формах. Понятие о статической устойчивости энергосистемы. Практические критерии статической устойчивости ЭЭС. Угловые характеристики генератора при сложной связи с приёмной ЭЭС. Влияние промежуточных поперечных подключений (активного, индуктивного или ёмкостного сопротивления) на статическую устойчивость одномашиной ЭЭС. Применение метода малых колебаний при исследовании статической устойчивости одномашиной ЭЭС. Векторные диаграммы напряжений и токов нерегулируемого и регулируемого генераторов. Автоматические регуляторы возбуждения пропорционального и сильного действия. Угловые характеристики генератора с автоматическим регулированием возбуждения. Самораскачивание роторов генераторов и причины его возникновения. Упрощённые математические модели регулируемого генератора. Понятие о синхронной оси; абсолютное и относительное движение роторов генераторов. Уравнения малых колебаний и критерий статической устойчивости двухмашиной ЭЭС. Угловые характеристики мощности и пределы статической устойчивости двухмашиной ЭЭС.	Освоение лекционного материала; подготовка к практическим лабораторным занятиям, АКР
10.	9	6	12	-	Статические характеристики элементов нагрузки: осветительная нагрузка; реактор; конденсаторная батарея; синхронный компенсатор, синхронный двигатель, асинхронный двигатель. Статические характеристики комплексных нагрузок. Коэффициенты крутизны и регулирующие эффекты нагрузки. Статическая устойчивость асинхронного двигателя: критерий статической устойчивости; предел статической устойчивости; критическое скольжение; критическое напряжение. Влияние внешнего сопротивления и частоты в энергосистеме на статическую устойчивость асинхронного электродвигателя. Вторичные признаки устойчивости асинхронного электродвигателя. Лавина напряжения. Вторичные признаки (критерии) статической устойчивости комплексной нагрузки. Влияние компенсирующих устройств на статическую устойчивость нагрузки.	Освоение лекционного материала; подготовка к практическим лабораторным занятиям, АКР
11.	10	6	12	-	Понятие о динамической устойчивости ЭЭС. Математические модели элементов ЭЭС. Способ площадей и критерий динамической устойчивости ЭЭС. Определение предельного угла отключения повреждённой цепи линии электропередачи. Метод последовательных интервалов и предельное время отключения повреждённой цепи линии электропередачи.	Освоение лекционного материала; подготовка к практическим лабораторным занятиям, АКР

					Динамическая устойчивость простейшей ЭЭС при полном сбросе мощности. Изменение токов и напряжений генератора при форсировке возбуждения. Применение форсировки возбуждения для обеспечения динамической устойчивости ЭЭС. Условия успешной синхронизации при подключении генератора к электрической сети. Динамическая устойчивость энергосистем с дефицитом мощности.	
12.	11	6	12		Возмущающие воздействия и большие возмущения в узлах нагрузки. Динамические характеристики осветительной нагрузки, асинхронного двигателя, синхронного двигателя. Динамическая устойчивость синхронного двигателя. Самозапуск асинхронных двигателей. Процессы при пусках двигателей. Самоотключения электроустановок и восстановление нагрузки при кратковременных нарушениях электроснабжения. Мероприятия по снижению больших возмущений и их влияния на нагрузку.	Освоение лекционного материала; подготовка к практическим лабораторным занятиям, АКР
13.	12	3	15		Основные, дополнительные и режимные мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов ЭЭС. Эффективность основных мероприятий: уменьшение реактивных сопротивлений генераторов; увеличение постоянной инерции; расщепление проводов фаз ЛЭП. Эффективность дополнительных мероприятий: сооружение переключательных пунктов на ЛЭП; применение емкостной компенсации индуктивных сопротивлений ЛЭП; использование электрического торможения генераторов. Эффективность мероприятий режимного характера: автоматическое отключение части нагрузки при снижении частоты в ЭЭС.	Освоение лекционного материала; подготовка к практическим лабораторным занятиям, АКР
14.	Экзамен	27	9	-	Подготовка к экзамену	
Итого:		51	156	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- визуализация учебного материала на платформе Открытого образования ТИУ, MOOK (лекционные занятия, самостоятельная работа);
- работа в малых группах (практические занятия, лабораторные занятия).

6. Тематика курсовых работ/проектов

Тема курсовой работы «Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах». Также студентам предоставляется право выбора индивидуальной курсовой работы по тематике, предложенной промышленными предприятиями, проектными организациями, а также самими студентами.

Исходные данные для проектирования по вариантам и методика выполнения курсовой работы приведены в методических указаниях: Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах: метод. указ. к курсовой работе для студентов, обучающихся по напр. 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / сост. Е.Н. Леонов; Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тобольск, 2016. – 32 с.

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

Оценка освоения дисциплины «История» предусматривает использование рейтинговой системы. Нормативный рейтинг дисциплины за семестр составляет 100 баллов. По итогам семестра баллы рейтинга переводятся в пятибалльную систему по следующей шкале:

- 91-100 баллов – «отлично»;
- 76-90 балла – «хорошо»;
- 61-75 баллов – «удовлетворительно»;
- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно».

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1.	Работа на практических занятиях	0–10
2.	Выполнение и защита лабораторных работ	0–10
3.	Тестирование (АКР)	0–15
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	35
2 текущая аттестация		
1.	Работа на практических занятиях	0–10
2.	Выполнение и защита лабораторных работ	0–5
3.	Тестирование (АКР)	0–15
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	25
3 текущая аттестация		
1.	Работа на практических (семинарских) занятиях	0–10
2.	Творческое задание / эссе	0–20
3.	Тестирование	0–10
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	ВСЕГО	100

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
---	---	-------------------

п/п		
1.	Работа на практических занятиях	0-10
2.	Выполнение и защита лабораторных работ	0-30
3.	Курсовая работа	0-30
4.	Итоговое тестирование	0-30
	ВСЕГО	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ – <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Электронно-библиотечной система «IPRbooks» – <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина) – <http://elib.gubkin.ru/>
4. Электронная библиотека УГНТУ (Уфимский государственный нефтяной технический университет) – <http://bibl.rusoil.net>
5. Электронная библиотека УГТУ (Ухтинский государственный технический университет) – <http://lib.ugtu.net/books>
6. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU – <http://www.elibrary.ru>
7. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com>
8. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – www.studentlibrary.ru
9. Электронно-библиотечная система «Book.ru» – <https://www.book.ru/>
10. Электронная библиотека ЮРАЙТ – <https://urait.ru/>
11. Система поддержки дистанционного обучения – <https://educon2.tyuiu.ru/course/view.php?id=3933>
12. Платформа открытого образования ТИУ (МООК) – <https://mooc.tyuiu.ru/>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- MS Office (Microsoft Office Professional Plus);
- MS Windows.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование)
1	-	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации: ноутбук, проектор, экран настенный, документ-камера. Локальная и корпоративная сеть
2	Учебно-лабораторный комплекс «Модель однофазной электрической системы с виртуальной релейной защитой» - 2 шт.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации Лаборатория

		«Электроэнергетические системы»: ноутбук, проектор, экран настенный, документ-камера. Локальная и корпоративная сеть
3		Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ноутбуки в комплекте.
4	Компьютер в комплекте - 2 шт., Моноблок - 10 шт., Плоттер - 1 шт., МФУ - 2 шт.	Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ, проектов): ноутбук, проектор, экран настенный, документ-камера. Локальная и корпоративная сеть.

1. Методические указания по организации СРС

1.1.1. Методические указания по подготовке к практическим, лабораторным занятиям.

Практические занятия на протяжении изучения курса являются одной из основных форм аудиторной работы. Основная задача практических занятий заключается в том, чтобы расширить и углубить знания обучающихся, полученные ими на лекциях и в результате самостоятельной работы с учебниками и учебными пособиями, научной и научно-популярной литературой. На практических занятиях обучающиеся знакомятся с математическим моделированием элементов системы электроснабжения и расчетом переходных режимов, занятия дают возможность осуществлять контроль за самостоятельной работой обучающихся, глубиной и прочностью их знаний.

Практические занятия организуются с использованием различных методов обучения, включая интерактивные (работа в малых группах, разбор исторических ситуаций, метод проектов). В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя.

На практических занятиях подробно рассматривается основной теоретический материал дисциплины. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и проработать материал по теме.

Подготовку к каждому практическому занятию следует начинать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося выступать и участвовать в обсуждении вопросов изучаемой темы, к выполнению тестирования. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому освоению изучаемого материала.

При подготовке в лабораторных занятиях необходимо предварительно изучить методические указания, после выполнения подготовить отчет, сделать выводы и быть готовым для защиты лабораторной работы.

1.1.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимися по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим

работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, подготовка мультимедиа-сообщений/ докладов, выполнение творческого задания, тестирование и др. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина).

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа обучающегося заключается также в визуализации учебного материала на платформе Открытого образования ТИУ, MOOK (учебные ролики, выполнение тестовых заданий в качестве самоконтроля и контроля).

Самостоятельная работа с преподавателем включает в себя индивидуальные консультации обучающихся в течение семестра.

Самостоятельная работа с группой включает проведение текущих консультаций перед промежуточными видами контроля или итоговой аттестации.

Самостоятельная работа обучающегося без преподавателя включает в себя подготовку к различным видам контрольных испытаний, подготовку и написание самостоятельных видов работ.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает обучающихся о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются аудиторные занятия, аттестационные мероприятия, самоотчеты.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающегося являются: уровень освоения обучающимся учебного материала; умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Переходные процессы

Код, направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПКС-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.	Знать: способы определения и основные технические характеристики источников конечной и бесконечной мощности (З1);	не имеет представления о способах определения и основные технические характеристики источников конечной и бесконечной мощности	демонстрирует отдельные знания о способах определения и основные технические характеристики источников конечной и бесконечной мощности	демонстрирует достаточные знания о способах определения и основные технические характеристики источников конечной и бесконечной мощности	демонстрирует исчерпывающие знания о способах определения и основные технические характеристики источников конечной и бесконечной мощности
		Уметь: пользоваться справочной литературой и нормативной документацией для определения исходных данных при расчете переходных режимов (У1);	не умеет пользоваться справочной литературой и нормативной документацией для определения исходных данных при расчете переходных режимов	способен пользоваться справочной литературой и нормативной документацией для определения исходных данных при расчете переходных режимов	умеет пользоваться справочной литературой и нормативной документацией для определения исходных данных при расчете переходных режимов	в совершенстве умеет пользоваться справочной литературой и нормативной документацией для определения исходных данных при расчете переходных режимов

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: навыками выбора типовых кривых для расчета режимов короткого замыкания (В1);	не владеет навыками выбора типовых кривых для расчета режимов короткого замыкания	частично владеет навыками выбора типовых кривых для расчета режимов короткого замыкания	владеет навыками выбора типовых кривых для расчета режимов короткого замыкания	в полной мере владеет навыками выбора типовых кривых для расчета режимов короткого замыкания
	ПКС-1.2 Обосновывает выбор целесообразного решения.	Знать: теоретические основы протекания режимов короткого замыкания и обрывов в крупных электроэнергетических системах и отдельных синхронных генераторах (32);	не знает теоретические основы протекания режимов короткого замыкания и обрывов в крупных электроэнергетических системах и отдельных синхронных генераторах	частично демонстрирует знания теоретических основ протекания режимов короткого замыкания и обрывов в крупных электроэнергетических системах и отдельных синхронных генераторах	демонстрирует знания теоретических основ протекания режимов короткого замыкания и обрывов в крупных электроэнергетических системах и отдельных синхронных генераторах	в совершенстве демонстрирует знания теоретических основ протекания режимов короткого замыкания и обрывов в крупных электроэнергетических системах и отдельных синхронных генераторах
		Уметь: определять величину токов короткого замыкания в системах электроснабжения, имеющих различные источники питания и сложную конфигурацию (У2);	не умеет определять величину токов короткого замыкания в системах электроснабжения, имеющих различные источники питания и сложную конфигурацию	способен определять величину токов короткого замыкания в системах электроснабжения, имеющих различные источники питания и сложную конфигурацию	умеет определять величину токов короткого замыкания в системах электроснабжения, имеющих различные источники питания и сложную конфигурацию	в совершенстве умеет определять величину токов короткого замыкания в системах электроснабжения, имеющих различные источники питания и сложную конфигурацию
		Владеть: навыками выбора методики расчета параметров режима короткого замыкания с учетом его локализации и симметрии (В2);	не владеет навыками выбора методики расчета параметров режима короткого замыкания с учетом его локализации и симметрии	частично владеет навыками выбора методики расчета параметров режима короткого замыкания с учетом его локализации и симметрии	владеет навыками выбора методики расчета параметров режима короткого замыкания с учетом его локализации и симметрии	в полной мере владеет навыками выбора методики расчета параметров режима короткого замыкания с учетом его локализации и симметрии

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	ПКС-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.	Знать: основы выбора коммутационных аппаратов с учетом составляющих тока короткого замыкания и уровня напряжения сети (33);	не знает основы выбора коммутационных аппаратов с учетом составляющих тока короткого замыкания и уровня напряжения сети	частично демонстрирует знания основ выбора коммутационных аппаратов с учетом составляющих тока короткого замыкания и уровня напряжения сети	демонстрирует достаточные знания основ выбора коммутационных аппаратов с учетом составляющих тока короткого замыкания и уровня напряжения сети	демонстрирует исчерпывающие знания основ выбора коммутационных аппаратов с учетом составляющих тока короткого замыкания и уровня напряжения сети
		Уметь: выбирать коммутационные аппараты с учетом составляющих тока короткого замыкания (У3);	не умеет : выбирать коммутационные аппараты с учетом составляющих тока короткого замыкания	способен : выбирать коммутационные аппараты с учетом составляющих тока короткого замыкания	умеет : выбирать коммутационные аппараты с учетом составляющих тока короткого замыкания	в совершенстве умеет : выбирать коммутационные аппараты с учетом составляющих тока короткого замыкания
		Владеть: навыками преобразования сложных схем замещения (В3);	не владеет навыками преобразования сложных схем замещения	частично владеет навыками преобразования сложных схем замещения	владеет навыками преобразования сложных схем замещения	в полной мере владеет навыками преобразования сложных схем замещения
	ПКС-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.	Знать: основы анализа статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов (34);	не знает основы анализа статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов	частично демонстрирует знания основ анализа статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов	демонстрирует знания основ анализа статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов	демонстрирует исчерпывающие знания основ анализа статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов
		Уметь: определять запас статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов (У4);	не умеет определять запас статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов	способен определять запас статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов	умеет определять запас статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов	в совершенстве умеет определять запас статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: навыками повышения статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов при отсутствии таковых (В4);	не владеет навыками повышения статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов при отсутствии таковых	частично владеет навыками повышения статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов при отсутствии таковых	владеет навыками повышения статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов при отсутствии таковых	в полной мере владеет навыками повышения статической, динамической и результирующей устойчивости синхронных генераторов при отсутствии таковых
ПКС-2. Способен участвовать в эксплуатации систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов.	ПКС-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов.	Знать: признаки нарушения устойчивости нагрузки систем электроснабжения (З5);	не знает признаки нарушения устойчивости нагрузки систем электроснабжения	частично демонстрирует знания признаков нарушения устойчивости нагрузки систем электроснабжения	демонстрирует знания признаков нарушения устойчивости нагрузки систем электроснабжения	в полной мере знает признаки нарушения устойчивости нагрузки систем электроснабжения
		Уметь: выявлять причины неустойчивой работы синхронных и асинхронных двигателей (У5);	не умеет выявлять причины неустойчивой работы синхронных и асинхронных двигателей	способен выявлять причины неустойчивой работы синхронных и асинхронных двигателей	умеет выявлять причины неустойчивой работы синхронных и асинхронных двигателей	в совершенстве умеет выявлять причины неустойчивой работы синхронных и асинхронных двигателей
		Владеть: навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости синхронных и асинхронных двигателей (В5).	не владеет навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости синхронных и асинхронных двигателей	частично владеет навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости синхронных и асинхронных двигателей	владеет навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости синхронных и асинхронных двигателей	в полной мере владеет навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости синхронных и асинхронных двигателей

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	ПКС-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов.	Знать: основные показатели устойчивой работы синхронных и асинхронных машин (36);	не знает основные показатели устойчивой работы синхронных и асинхронных машин	частично демонстрирует знания основных показателей устойчивой работы синхронных и асинхронных машин	демонстрирует знания основных показателей устойчивой работы синхронных и асинхронных машин	в совершенстве знает основные показатели устойчивой работы синхронных и асинхронных машин
		Уметь: прогнозировать неустойчивые режимы работы синхронных и асинхронных машин (У6);	не умеет прогнозировать неустойчивые режимы работы синхронных и асинхронных машин	способен прогнозировать неустойчивые режимы работы синхронных и асинхронных машин	умеет прогнозировать неустойчивые режимы работы синхронных и асинхронных машин	в совершенстве умеет прогнозировать неустойчивые режимы работы синхронных и асинхронных машин
		Владеть: навыками определения нарушения устойчивости в электроэнергетической системе (В6);	не владеет навыками определения нарушения устойчивости в электроэнергетической системе	частично владеет навыками определения нарушения устойчивости в электроэнергетической системе	владеет навыками определения нарушения устойчивости в электроэнергетической системе	в полной мере владеет навыками определения нарушения устойчивости в электроэнергетической системе
	ПКС-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования.	Знать: основные методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока (37);	не знает основные методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока	частично демонстрирует знания основных методов анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока	демонстрирует знания основных методов анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока	в совершенстве знает основные методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока
		Уметь: выбирать наиболее подходящие методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока (У7);	не умеет выбирать наиболее подходящие методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока	способен выбирать наиболее подходящие методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока	умеет выбирать наиболее подходящие методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока	в совершенстве умеет выбирать наиболее подходящие методы анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: навыками применения основных методов анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока (В7);	не владеет навыками применения основных методов анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока	частично владеет навыками применения основных методов анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока	владеет навыками применения основных методов анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока	в полной мере владеет навыками применения основных методов анализа статической и динамической устойчивости машин переменного тока

КАРТА
обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Переходные процессы

Код, направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Хрушев, Ю. В. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы : учебное пособие для вузов / Ю. В. Хрушев, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 153 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02713-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451312 .	ЭР	30	100	+
2	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 .	ЭР	30	100	+
3	Невретдинов, Ю. М. Переходные процессы и перенапряжения : учебное пособие / Ю. М. Невретдинов, Г. П. Фастий. — Мурманск : МГТУ, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-86185-915-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142622 .	ЭР	30	100	+
	Аксютин, В. А. Переходные процессы в электрических цепях : учебное пособие / В. А. Аксютин. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 112 с. — ISBN 978-5-7782-3379-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118075 .	ЭР	30	100	+

И.о. заведующего кафедрой ЭЭ



Е.С. Чижикова

«30» августа 2021 г.

Начальник ОИО



Л.Б. Половникова

«30» августа 2021 г.

Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Переходные процессы
на 2022-2023 учебный год

Дополнения и изменения в рабочую программу не вносятся (*дисциплина в 2022-2023 учебном году не изучается*).

Дополнения и изменения внес:  О.В. Газизова
канд. тех. наук, доцент _____

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики.

И.о. заведующего кафедрой  Е.С. Чижикова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  Е.С. Чижикова

« 30 » августа 2022 г.

Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Переходные процессы
на 2023-2024 учебный год

С учётом развития науки, практики, технологий и социальной сферы, а также результатов мониторинга потребностей работодателей, в рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

№	Вид дополнений/изменений	Содержание дополнений/изменений, вносимых в рабочую программу
1	Актуализация списка используемых источников	Дополнения (изменения) внесены в карту обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой (Прил. 2).

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Переходные процессы

Код, направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта ЭБС (+/-)
1	Хрущев, Ю. В. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы: учебное пособие для вузов / Ю. В. Хрущев, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 153 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02713-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451312 .	ЭР	19	100	+
2	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 .	ЭР	19	100	+
3	Невретдинов, Ю. М. Переходные процессы и перенапряжения: учебное пособие / Ю. М. Невретдинов, Г. П. Фастий. — Мурманск: МГТУ, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-86185-915-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142622 .	ЭР	19	100	+
4	Аксютин, В. А. Переходные процессы в электрических цепях: учебное пособие / В. А. Аксютин. — Новосибирск: НГТУ, 2017. — 112 с. — ISBN 978-5-7782-3379-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118075 .	ЭР	19	100	+

Дополнения и изменения внес:

канд. техн. наук, доцент



О.В. Газизова

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики.

И.о. заведующего кафедрой



Е.С. Чижикова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой



Е.С. Чижикова

« 30 » августа 2023 г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Переходные процессы
на 2024-2025 учебный год**

С учётом развития науки, практики, технологий и социальной сферы, а также результатов мониторинга потребностей работодателей, в рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

№	Вид дополнений/изменений	Содержание дополнений/изменений, вносимых в рабочую программу
1	Актуализация списка используемых источников	Дополнения (изменения) внесены в карту обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой (Прил. 2).

**КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина: Переходные процессы

Код, направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность: Электроснабжение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта ЭБС (+/-)
1	Хрущев, Ю. В. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы: учебное пособие для вузов / Ю. В. Хрущев, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 153 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02713-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451312 .	ЭР	30	100	+
2	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 .	ЭР	30	100	+
3	Невретдинов, Ю. М. Переходные процессы и перенапряжения: учебное пособие / Ю. М. Невретдинов, Г. П. Фастий. — Мурманск: МГТУ, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-86185-915-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142622 .	ЭР	30	100	+

4	Аксютин, В. А. Переходные процессы в электрических цепях: учебное пособие / В. А. Аксютин. — Новосибирск: НГТУ, 2017. — 112 с. — ISBN 978-5-7782-3379-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118075 .	ЭР	30	100	+
5	Карпова, И. М. Переходные процессы в линейных электрических цепях : учебное пособие / И. М. Карпова, Е. Б. Королева, А. А. Ткачук. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. — 67 с. — ISBN 978-5-7641-1698-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/264695 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+
6	Переходные процессы в линейных электрических цепях, нелинейные электрические цепи : учебное пособие / В. Л. Громов, Ю. А. Крюков, О. В. Крюкова, И. И. Шевчук. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2021. — 98 с. — ISBN 978-5-89847-616-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/196924 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+

Дополнения и изменения внес:

канд. техн. наук, доцент



О. В. Газизова

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики.

И.о. заведующего кафедрой



Е.С. Чижикова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой



Е.С. Чижикова

« 22 » апреля 2024г.