

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет
Кафедра Энергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей
Геннадьевич

«_____» _____ 20____
г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.11 Переходные процессы
на 252 часа(ов), 7 зачетных(ые) единиц(ы)
для направления подготовки (специальности) 13.03.02 - Электроэнергетика и
электротехника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
«_____» _____ 20____ г. №_____

Профиль – Электроснабжение (для набора 2022)
Форма обучения: Заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Целью изучения дисциплины является формирование систематизированных знаний в области переходных процессов как в энергетической системе в целом, так и в отдельных ее элементах, приобретение студентами навыков их расчета при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз, навыков расчета и анализа переходных режимов электрических систем и узлов нагрузки с учетом действия систем автоматического регулирования и управления.

Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины является формирование у студентов минимально необходимых знаний о: – расчетах переходных процессов; – экспериментальных исследованиях переходных процессов; – анализе аварийных и послеаварийных ситуаций в электроэнергетических системах.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.11 «Переходные процессы» относится к дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений. Указанная дисциплина является одной из важнейших и обеспечивает базовую подготовку студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» в области расчетов и анализа переходных процессов в системах электроснабжения.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы), 252 часов.

Виды занятий	Семестр 7	Семестр 8	Всего часов
Общая трудоемкость			252
Аудиторные занятия, в т.ч.	16	16	32
Лекционные (ЛК)	8	8	16
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0	0
Лабораторные (ЛР)	8	8	16
Самостоятельная работа студентов	56	128	184

(СРС)			
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ПК-1	<p>Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений. Обосновывает выбор целесообразного решения на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД.</p> <p>Подготавливает раздел предпроектной документации на основе типовых технических решений.</p> <p>Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.</p>	<p>Знать: Характеристики и проектные допуски генераторов, синхронных и асинхронных двигателей, обобщенной нагрузки и их изменения в ходе переходных процессов. Основные методы расчетов токов коротких замыканий в электроэнергетических системах. Основные методы анализа устойчивости электроэнергетических систем.</p> <p>Уметь: Производить расчеты параметров элементов электроэнергетических систем. Производить расчеты токов коротких замыканий. Производить расчеты статической и динамической устойчивости ЭЭС.</p>

		<p>Владеть: Навыками расчетов параметров элементов, физического и математического моделирования элементов ЭЭС на основании этих расчетов. Навыками расчета и анализа электромагнитных и электромеханических переходных процессов.</p>
ПК-2	<p>Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования.</p>	<p>Знать: Особенности эксплуатации генераторов, трансформаторов, ЛЭП, синхронных и асинхронных двигателей и изменения их характеристик в ходе эксплуатации. Электромеханические параметры генераторов, синхронных и асинхронных двигателей, обобщенной нагрузки и их изменение в ходе переходных процессов.</p> <p>Уметь: По полученным параметрам отдельных элементов составлять схемы замещения электроэнергетических систем для тех или иных режимов работы. Применять на практике полученные знания по расчетам токов коротких замыканий.</p> <p>Владеть: Информацией о назначении и областях применения расчетов электромагнитных и электромеханических переходных процессов.</p>

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для заочной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Основные сведения о переходных процессах	Основные понятия и определения. Причины и последствия возникновения коротких замыканий.	2	2	0	0	0
	1.2	Назначение расчётов переходных процессов	Назначение расчетов токов КЗ и требования к их точности. Основные допущения при расчете токов КЗ. Понятие о расчетных условиях.	2	2	0	0	0
2	2.1	Расчет симметричных коротких замыканий в ЭЭС	Составление схем замещения для расчета токов КЗ. Приведение параметров элементов схемы замещения к базисной ступени напряжения. Параметры синхронных, асинхронных машин и обобщенной нагрузки в начальный момент времени КЗ. Трехфазное короткое замыкание в цепи, питаемой от источника неограниченной и ограниченной мощности. Метод типовых кривых.	50	14	0	16	20
	2.2	Расчет несимметричных	Применение метода симметричных	54	14	0	16	24

		коротких замыканий в ЭЭС	составляющих к расчету несимметричных КЗ. Индуктивные сопротивления основных элементов ЭЭС при несимметричных КЗ. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности. Основные формулы и соотношения для расчета несимметричных КЗ.. Правило эквивалентности прямой последовательности. Трансформация симметричных составляющих токов и напряжений. Однофазные ЗНЗ в сетях 6-35 кВ. Однофазные КЗ в сетях до 1 кВ.					
3	3.1	Статическая устойчивость ЭЭС.	Угловая характеристика простейшей электропередачи. Понятие о статической устойчивости. Характеристика мощности электропередачи с регулируемыми генераторами.	58	12	0	16	30
	3.2	Динамическая устойчивость ЭЭС	Понятие о динамической устойчивости. Методы анализа динамической устойчивости. Определение предельного угла и предельного времени отключения КЗ.	60	14	0	14	32
	3.3	Методы повышения	Применение быстродействующих	26	8	0	4	14

		устойчивости.	выключателей и АПВ. Заземление нейтралей силовых трансформаторов. Применение нагрузочных резисторов для повышения устойчивости.					
Итого				252	66	0	66	120

3.2. Содержание разделов дисциплины

3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Основные понятия и определения. Причины и последствия возникновения коротких замыканий.	Основные понятия и определения. Причины и последствия возникновения коротких замыканий.	2
	1.2	Назначение расчетов токов КЗ и требования к их точности. Основные допущения при расчете токов КЗ. Понятие о расчетных условиях.	Назначение расчетов токов КЗ и требования к их точности. Основные допущения при расчете токов КЗ. Понятие о расчетных условиях.	2
2	2.1	Составление схем замещения для расчета токов КЗ. Приведение параметров элементов схемы замещения к	Составление схем замещения для расчета токов КЗ. Приведение параметров элементов схемы замещения к базисной ступени напряжения.	4

		базисной ступени напряжения.		
	2.1	Параметры синхронных, асинхронных машин и обобщенной нагрузки в начальный момент времени КЗ.	Параметры синхронных, асинхронных машин и обобщенной нагрузки в начальный момент времени КЗ.	2
	2.1	Трехфазное короткое замыкание в цепи, питаемой от источника неограниченной и ограниченной мощности.	Трехфазное короткое замыкание в цепи, питаемой от источника неограниченной и ограниченной мощности.	4
	2.1	Метод типовых кривых.	Метод типовых кривых.	4
	2.2	Применение метода симметричных составляющих к расчету несимметричных КЗ.	Применение метода симметричных составляющих к расчету несимметричных КЗ.	4
	2.2	Индуктивные сопротивления основных элементов ЭЭС при несимметричных КЗ. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности	Индуктивные сопротивления основных элементов ЭЭС при несимметричных КЗ. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности.	2

	2.2	Основные формулы и соотношения для расчета несимметричных КЗ.. Правило эквивалентности прямой последовательности.	Основные формулы и соотношения для расчета несимметричных КЗ.. Правило эквивалентности прямой последовательности.	4
	2.2	Трансформация симметричных составляющих токов и напряжений.	Трансформация симметричных составляющих токов и напряжений.	2
	2.2	Однофазные ЗНЗ в сетях 6-35 кВ. Однофазные КЗ в сетях до 1 кВ.	Однофазные ЗНЗ в сетях 6-35 кВ. Однофазные КЗ в сетях до 1 кВ.	2
3	3.1	Угловая характеристика простейшей электропередачи.	Угловая характеристика простейшей электропередачи.	4
	3.1	Понятие о статической устойчивости.	Понятие о статической устойчивости.	4
	3.1	Характеристика мощности электропередачи с регулируемым и генераторами.	Характеристика мощности электропередачи с регулируемыми генераторами.	4
	3.2	Понятие о динамической устойчивости. Методы анализа динамической	Понятие о динамической устойчивости. Методы анализа динамической устойчивости.	6

		устойчивости.		
	3.2	Определение предельного угла и предельного времени отключения КЗ.	Определение предельного угла и предельного времени отключения КЗ.	8
	3.2	Применение быстродействующих выключателей и АПВ.	Применение быстродействующих выключателей и АПВ.	4
	3.2	Заземление нейтралей силовых трансформаторов. Применение нагрузочных резисторов для повышения устойчивости.	Заземление нейтралей силовых трансформаторов. Применение нагрузочных резисторов для повышения устойчивости.	4

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
2	2.1	Трехфазное короткое замыкание в цепи, питаемой от источника неограниченной и ограниченной мощности.	Исследование переходных процессов при трехфазном КЗ в цепи, питаемой от источника неограниченной мощности.	8
	2.1	Трехфазное	Исследование переходных процессов	8

		короткое замыкание в цепи, питаемой от источника неограниченной и ограниченной мощности.	при трехфазном КЗ в цепи, питаемой от синхронного генератора при наличии и отсутствии АРВ.	
	2.2	Исследование переходных процессов при несимметричных КЗ.	Исследование переходных процессов при несимметричных КЗ.	6
	2.2	Трансформация симметричных составляющих токов и напряжений.	Определение влияния схемы соединения обмоток силового трансформатора на симметричные составляющие токов и напряжений.	6
	2.2	Однофазное ЗНЗ в сети с изолированной нейтралью.	Однофазное ЗНЗ в сети с изолированной нейтралью.	4
3	3.1	Угловая характеристика простейшей электропередачи.	Способы включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.	6
	3.1	Понятие о статической устойчивости.	Процесс потери синхронизма при плавном повышении нагрузки генератора. Снятие угловой характеристики.	4
	3.1	Характеристика мощности электропередачи с регулируемым и генераторами.	Снятие внешней угловой характеристики генератора	6
	3.2	Методы анализа динамической устойчивости.	Экспериментальное снятие зависимости предельной передаваемой мощности от времени отключения при разных видах КЗ.	6

	3.2	Определение предельного угла и предельного времени отключения КЗ.	Экспериментальное определение предельного времени отключения КЗ	8
	3.3	Применение быстродействующих выключателей и АПВ.	Влияние АПВ на устойчивость энергосистемы.	4

3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
2	2.1	Однофазное ЗНЗ в сети с изолированной нейтралью.	Выполнение практического задания	8
	2.1	Система относительных единиц.	Составление конспекта	4
	2.1	Определение постоянной времени цепи КЗ. Определение ударного тока КЗ.	Составление конспекта	4
	2.1	Влияние АРВ генератора на длительность переходного процесса при трехфазном КЗ.	Составление конспекта	4
	2.2	Определение тока в произвольной ветви и напряжения в произвольном узле при несимметричном КЗ.	Выполнение практического задания. Составление конспекта.	8
	2.2	Анализ несимметричных КЗ по векторным диаграммам.	Составление конспекта	4
	2.2	Применение комплексных схем замещения для анализ	Составление конспекта	4

		аварийных режимов.		
	2.2	Учет переходных сопротивлений контактов при расчете КЗ в сети напряжением до 1 кВ.	Составление конспекта	4
	2.2	Схемы замещения с учетом активной проводимости изоляции фаз относительно земли при однофазном ЗНЗ.	Составление конспекта	4
3	3.1	Построение угловой характеристики мощности простейшей электропередачи.	Составление конспекта. Выполнение практического задания.	10
	3.1	Статическая устойчивость при работе двух станций на общую нагрузку.	Составление конспекта.	10
	3.1	Системы регулировки возбуждения синхронных генераторов	Составление конспекта.	10
	3.1	Динамическая устойчивость при работе двух станций на общую нагрузку.	Составление конспекта.	16
	3.1	Определение предельного угла отключения и предельного времени отключения КЗ.	Выполнение практического задания. Составление конспекта.	16
	3.1	Методы повышения устойчивости.	Составление конспекта.	14

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. Переходные процессы в системах электроснабжения : курс лекций по электромагнитным переходным процессам : В 2 ч. Ч.1 / сост. И.Ф. Суворов. - Чита : ЧитГТУ, 2005. - 145с. - 73-70.

5.1.2. Издания из ЭБС

1. Хрущев, Юрий Васильевич. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы : Учебное пособие / Хрущев Юрий Васильевич; Хрущев Ю.В., Заповодников К.И., Юшков А.Ю. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 153. - (Университеты России). - ISBN 978-5-534-02713-6 : 67.16.

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. Переходные процессы в системах электроснабжения : метод.указ.по расчету токов короткого замыкания при выполнении курсовых и дипломных проектов с использованием ЭВМ для студ.спец.-551700. - Чита : [б. и.], 1994. - 14с. - 2000-00.

2. Электромагнитные переходные процессы в системах электроснабжения : методич. указания к курсовой работе для студ. спец. 10.04.... - Чита, 1993. - 34 с. - 2040-00.

5.2.2. Издания из ЭБС

1. Папков, Борис Васильевич. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания : Учебник и практикум / Папков Борис Васильевич; Папков Б.В., Вуколов В.Ю. - 3-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 353. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-8148-3 : 1000.00.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
----------	--------

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения	Оснащенность специальных помещений и
---------------------------------------	--------------------------------------

учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для курсового проектирования(выполнения курсовых работ)	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	
Учебные аудитории для текущей аттестации	

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Лекционные занятия предполагают систематизированное изложение основных вопросов дисциплины. Они позволяют дать больший объем информации и обеспечить более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов при самостоятельном изучении материала. В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Углубление и закрепление теоретических знаний и их проверка проходят во время практических занятий. Они проводятся после изучения больших по содержанию тем и разделов. Базируясь на полученных знаниях, навыках и умениях, — метод практических работ обеспечивает углубление, закрепление и конкретизацию приобретенных знаний. Формируя способы научного анализа теоретических положений, укрепляет связь теории и практики в учебном процессе и жизни. Он вооружает студентов комплексными, интегрированными навыками и умениями, необходимыми в производственной деятельности. Практические работы носят характер учебно-тренировочных. При их выполнении можно пользоваться справочным материалом.

Самостоятельная работа Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений.

Самостоятельная работа выполняет ряд функций: ?развивающую;

?информационно-обучающую;

?ориентирующую и стимулирующую;

?исследовательскую.

Виды самостоятельной работы, выполняемые в рамках курса:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории. Можно отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой.

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности. Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ЗабГУ, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Разработчик/группа разработчиков:
Денис Валентинович Коряков

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20__ г.