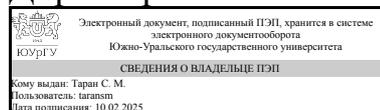


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



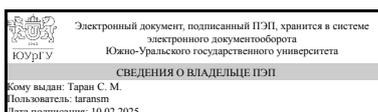
С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.08 Переходные процессы в электроэнергетических системах для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
магистерская программа Двигатели для устойчивого развития с присвоением второй квалификации "магистр 13.04.03 Энергетическое машиностроение"
форма обучения очная
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и специальной техники "Сердце Урала"

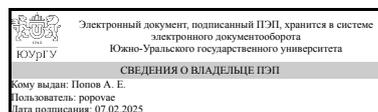
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

Директор



С. М. Таран

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. Е. Попов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся комплексного представления об электромагнитных переходных процессах в электроэнергетических системах с синхронными генераторами и влиянии их параметров на режимы и условия работы основного электрооборудования. Задачи дисциплины: 1. Студенты должны знать особенности развития и моделирования электромагнитных переходных процессов в синхронных генераторах, вызванных внешними короткими замыканиями. 2. Студенты должны уметь применять практические методики расчёта и моделирования электромагнитных переходных процессов в синхронных генераторах с использованием справочной или иной информации. 3. Студенты должны владеть навыками исследования и расчёта токов короткого замыкания с последующим анализом полученных результатов.

Краткое содержание дисциплины

Общее представление о переходных процессах в электроэнергетических системах. Переходные процессы при коротких замыканиях (КЗ) в электрических сетях. Анализ электромагнитного переходного процесса при трёхфазном КЗ в простейшей сети, питаемой от источника бесконечной мощности. Устройство и принципы работы синхронного генератора. Работа синхронного генератора в режиме холостого хода и под нагрузкой. Анализ электромагнитного переходного процесса в обмотках синхронного генератора при внезапном КЗ на его выводах. Виды систем возбуждения синхронных генераторов. Устройство и принципы работы статической тиристорной системы возбуждения. Расчет параметров схем замещения обмоток турбогенератора. Расчет и моделирование электромагнитных переходных процессов в турбогенераторе при КЗ на его выводах с применением виртуальных моделей.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен организовать и выполнять проектирование, управление и эксплуатацию гибридной энергетической установки для систем электроснабжения	Знает: основные характеристики и параметры электрооборудования систем электроснабжения; методы расчета переходных режимов в системах электроснабжения, виды, причины и последствия возникновения коротких замыканий в электроэнергетических системах, средства и способы ограничения токов короткого замыкания Умеет: выполнять расчет параметров переходных процессов в условиях физической модели простейшей электрической системы с учетом справочной, паспортной или каталожной информации Имеет практический опыт: владеет навыками расчета переходных процессов в электроэнергетических системах с несколькими источниками энергии

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электрические машины для гибридных энергетических установок, Системы автоматического управления гибридных энергетических установок	Параллельная работа гибридных энергетических установок с электрическими сетями, Устойчивость электроэнергетических систем, Диспетчеризация работы гибридных энергетических установок в электроэнергетике, Релейная защита в электрических сетях с гибридными энергетическими установками, Параллельная работа гибридной энергетической установки, Производственная практика (эксплуатационная) (3 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Электрические машины для гибридных энергетических установок	Знает: принципы действия современных типов электрических машин постоянного и переменного тока, особенности их конструкции и характеристики Умеет: читать электрические схемы с применением электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электрических машин Имеет практический опыт: владеет навыками расчетов, анализа режимов работы и характеристик электрических машин, направленных на повышение эффективности работы гибких производственных систем
Системы автоматического управления гибридных энергетических установок	Знает: основы устройства и принципы действия систем автоматического управления; современные и перспективные тенденции развития систем автоматического управления энергетическими установками Умеет: работать с технической литературой и информационными базами по поиску и проверке путей совершенствования систем автоматического управления; применять в практической деятельности методы расчета, проектирования и исследований систем автоматического управления Имеет практический опыт: настройки и наладки систем автоматического управления энергетическими установками

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего	Распределение по семестрам
--------------------	-------	----------------------------

	часов	в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75	
Выполнение и защита семестрового задания	17,75	17,75	
Подготовка к зачету	8	8	
Подготовка к контрольным работам	10	10	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Короткие замыкания в простейшей сети с источником бесконечной мощности	6	2	4	0
2	Электромагнитные переходные процессы в синхронной машине при внешнем трехфазном коротком замыкании	18	14	4	0
3	Практические методы расчета и моделирования переходных процессов в синхронной машине при внешних коротких замыканиях	8	0	8	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общее представление о переходных процессах в электроэнергетических системах. Понятие электроэнергетической системы. Параметры режимов и элементов ЭЭС. Виды переходных процессов в ЭЭС. Понятие короткого замыкания (КЗ). Виды коротких замыканий. Причины возникновения КЗ и их негативные последствия	2
2	2	Принципиальное устройство синхронного генератора. Виды синхронных генераторов. Конструкция ротора. Система возбуждения синхронной машины. Виды систем возбуждения турбогенераторов на электростанциях	2
3	2	Понятие обобщенного вектора синхронной машины. Работа синхронного генератора на холостом ходу и под нагрузкой в установившемся режиме. Векторные диаграммы для этих режимов. Схема замещения синхронного турбогенератора в установившемся режиме	2
4	2	Начальный момент внезапного нарушения режима синхронной машины. Основные допущения и векторные диаграммы. Понятие переходного индуктивного сопротивления в d-оси и переходной ЭДС холостого хода. Физический и электрический смысл переходного индуктивного сопротивления	2
5	2	Устройство и принцип действия АРВ синхронного генератора. Форсировка	2

		напряжения на выводах генератора при внешних КЗ. Временные диаграммы изменения основных параметров генератора с форсировкой и без нее. Требования к системе возбуждения по условию форсировки	
6	2	Особенности переходных процессов в синхронных генераторах с демпферными (успокоительными) обмотками. Виды и расположение демпферных обмоток. Понятие сверхпереходного индуктивного сопротивления в d-оси и сверхпереходной ЭДС холостого хода. Временные диаграммы изменения основных параметров генератора с демпферными (успокоительными) обмотками при КЗ	2
7	2	Качественный анализ переходных процессов в синхронном генераторе с демпферными (успокоительными) обмотками при трёхфазном КЗ на выводах. Основные допущения. Понятия предшествующего режима, аварийного режима и режима форсировки. Анализ предшествующего режима	2
8	2	Анализ аварийного режима и режима форсировки. Причины появления составляющей тока двойной частоты в статоре синхронного генератора. Результирующий режим и анализ временных диаграмм	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Основы расчета и моделирования переходных процессов в электрических цепях. Классификация моделей. Моделирование кривой тока короткого замыкания в однофазной электрической цепи, работающей на холостом ход в пакете MathCAD	2
2	1	Анализ трёхфазного короткого замыкания в простейшей сети с источником бесконечной мощности. Понятие источника бесконечной мощности и основные допущения. Понятие периодической и аperiodической составляющих тока КЗ, ударного тока КЗ, действующего значения тока КЗ. Графики зависимостей от времени тока КЗ и его составляющих. Работа с виртуальной моделью «InfinitePowerSource – ShortCircuit» в среде NI LabView	2
3	2	Физическая модель синхронного генератора. Основные допущения. Математическая модель синхронного генератора. Система уравнений Парка-Горева. Преобразование Blondеля. Понятие преобразованной электрической машины, система уравнений	2
4	2	Алгоритм расчета параметров математической модели синхронного генератора при внезапном КЗ на его выводах, описываемой системой уравнений Парка-Горева. Работа с виртуальной моделью «SynchronousGenerator – ShortCircuit» в среде NI LabView	2
5	3	Идентификация параметров схем замещения синхронного генератора по каталожным и справочным данным. Расчет активных и индуктивных сопротивлений обмоток синхронного турбогенератора в пакете MathCAD. Учёт в расчетах внешнего сопротивления до точки КЗ	2
6	3	Расчет параметров предшествующего режима, аварийного режима, режима форсировки и результирующего режима для синхронного турбогенератора с системой независимого возбуждения в пакете MathCAD	2
7	3	Особенности работы синхронных генераторов с системами самовозбуждения. Устройство и принципы работы статической тиристорной системы самовозбуждения турбогенератора. Расчет основных параметров системы возбуждения	2
8	3	Математическая модель синхронного турбогенератора со статической тиристорной системой самовозбуждения. Работа с виртуальной моделью «SG	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение и защита семестрового задания	Основная печатная литература	2	17,75
Подготовка к зачету	Основная печатная литература	2	8
Подготовка к контрольным работам	Основная печатная литература	2	10

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	2	Бонус	Посещаемость занятий	-	5	Контроль посещения ведется на каждом занятии в течение семестра. Студенты, добросовестно посещающие занятия, могут получить бонусные баллы по результатам итоговой проверки. Баллы начисляются в зависимости от числа занятий, пропущенных по неважительной причине: 0 пропущенных занятий – 10 баллов; 1-2 пропущенных занятия – 5 балла; в остальных случаях – 0 баллов.	зачет
2	2	Текущий контроль	Контрольная работа №1	1	10	Контрольная работа состоит из нескольких заданий или вопросов. Баллы начисляются в зависимости от числа правильно выполненных заданий с учетом их стоимости. Например, первое задание – стоит 1 балл. Второе задание – стоит 3 балла. Третье задание – стоит 2 балла. Максимальное число баллов, которое можно набрать в этом случае – 6 баллов. Если задание выполнено правильно или дан правильный ответ на вопрос, то за него начисляется установленное число баллов,	зачет

						если допущены ошибки или неточности, то начисляется промежуточное число баллов, в остальных случаях – 0 баллов. В конце баллы суммируются	
3	2	Текущий контроль	Контрольная работа №2	1	10	Контрольная работа состоит из нескольких заданий или вопросов. Баллы начисляются в зависимости от числа правильно выполненных заданий с учетом их стоимости. Например, первое задание – стоит 1 балл. Второе задание – стоит 3 балла. Третье задание – стоит 2 балла. Максимальное число баллов, которое можно набрать в этом случае – 6 баллов. Если задание выполнено правильно или дан правильный ответ на вопрос, то за него начисляется установленное число баллов, если допущены ошибки или неточности, то начисляется промежуточное число баллов, в остальных случаях – 0 баллов. В конце баллы суммируются	зачет
4	2	Текущий контроль	Проверка семестрового задания	1	25	В процессе проверки оцениваются следующие показатели и начисляются баллы: а) полнота содержания и соответствие его выданному заданию: 15 баллов – при полном соответствии заданию и всем требованиям преподавателя; 10 баллов – если в работе приведены не все требуемые схемы, изображения, графики, формулы, выражения, таблицы, диаграммы и промежуточные выводы; 5 балла – если отсутствует или неверно выполнен хотя бы один из пунктов задания; 0 баллов – в остальных случаях; б) Качество оформления работы: 10 баллов – если работа оформлена аккуратно, имеет логичное, последовательное изложение материала с пояснениями и обоснованиями и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к оформлению; 5 балла – если в оформлении присутствуют помарки, опечатки, исправления или неточности; 2 балла – если в изложении материала наблюдается непоследовательность, присутствуют отклонения от установленных требований к оформлению, не выдержана единая стилистика, присутствуют множественные опечатки; в остальных случаях начисляется 0 баллов. Работа считается выполненной и допущенной к защите, если студент набрал не менее 18 баллов, в противном случае преподаватель возвращает работу на исправление и доработку	зачет
5	2	Текущий контроль	Защита семестрового задания	1	15	Защита проводится устно в форме собеседования. На защите студенту задаются 3 вопроса по выполненной им	зачет

						работе. За ответ на каждый вопрос начисляются баллы: 5 баллов – если дан правильный обоснованный ответ, при этом студент показывает знание темы вопроса и оперирует в своем ответе данными из работы; 4 балла – если ответ студента неточен или слабо аргументирован; 3 балла – если студент дал правильный ответ, но при этом не смог его аргументировать или подтвердить данными из своей работы; 0 баллов – если студент не смог ответить на поставленный вопрос. Защита признается успешной, если студент набрал не менее 8 баллов и смог ответить полностью хотя бы один из вопросов. В завершении баллы, полученные за выполнение семестрового задания и его защиту, суммируются	
6	2	Промежуточная аттестация	зачет	-	40	Зачет проводится письменно по билетам. Баллы начисляются за ответы на вопросы в билете. Каждый билет содержит два вопроса. Ответ на вопрос оценивается следующим образом: 20 баллов – если дан правильный развернутый ответ с пояснениями, правильно написаны все требуемые формулы, изображены схемы, графики, зависимости, построены диаграммы; 15 баллов – если ответ неточен или допущены ошибки, помарки или неточности при написании формул, построении графиков, зависимостей и диаграмм; 10 баллов – если ответ не полон, присутствуют ошибки, отсутствует малая часть формул, графиков, зависимостей и диаграмм; 0 баллов – во всех остальных случаях. Для студентов, набравших на зачете 0 баллов по любому из вопросов в билете, мероприятие не засчитывается и в расчёте итогового рейтинга по дисциплине не учитываются	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в письменной форме по билетам. В аудитории, где проводится зачет, одновременно присутствует не более 10-15 человек. Каждому студенту выдается билет, в котором содержится два вопроса из заранее опубликованного перечня. Для написания ответа на билет дается не более 1,5 аст. часа. Баллы, полученные на зачете, суммируются с баллами итого рейтинга. Сдача зачета не является обязательной, а расчёт итогового рейтинга производится независимо от результатов сдачи зачета. Дисциплина считается освоенной, если итоговый рейтинг студента по дисциплине на момент	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>проведения зачета, составил не менее 60%. В этом случае в ведомость выставляется оценка по следующему принципу: «Отлично» – если итоговый рейтинг составил от 85 до 100%; «Хорошо» – если составил от 75 до 84%; «Удовлетворительно» – если от 60 до 74%. В остальных случаях проставляется оценка – «Неудовлетворительно»</p>	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-4	Знает: основные характеристики и параметры электрооборудования систем электроснабжения; методы расчета переходных режимов в системах электроснабжения, виды, причины и последствия возникновения коротких замыканий в электроэнергетических системах, средства и способы ограничения токов короткого замыкания	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: выполнять расчет параметров переходных процессов в условиях физической модели простейшей электрической системы с учетом справочной, паспортной или каталожной информации	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: владеет навыками расчета переходных процессов в электроэнергетических системах с несколькими источниками энергии	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Переходные процессы в электрических машинах и аппаратах и вопросы проектирования : Учеб. пособие для вузов по специальности "Электромеханика", "Электр. и электрон. аппараты" / О. Д. Гольдберг, О. Б. Буль, И. С. Свириденко, С. П. Хелемская; Под ред. О. Д. Гольдберга. - М. : Высшая школа, 2001. - 510,[1] с. : ил.
2. Переходные процессы в системах электроснабжения промышленных предприятий : Метод. указания к лаб. работам / Г. С. Валеев, В. В. Пястолов, Ю. А. Столбов, А. Н. Хабаров; Под ред. Ю. А. Столбова ; ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Электроснабжение пром. предприятий и городов;. - Челябинск : ЧПИ, 1985. - 52 с.
3. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учеб. для вузов по специальностям "Электр. станции", "Электроснабжение" направления подгот. "Электроэнергетика" : учеб. пособие для системы подгот., переподгот. и повышения квалификации персонала энергет. компаний] / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов ; под ред. И. П. Крючкова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2008. - 413, [1] с. : ил.
4. Куликов Ю. А. Переходные процессы в электрических системах : Учеб. пособие / Ю. А. Куликов. - 2-е изд., испр. и доп.. - Новосибирск : НГТУ, 2006. - 282 с.
5. Ульянов С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебник для электротехн. и энергет. вузов и фак. / С. А. Ульянов. - Изд. 2-е, стер.. - М. : АРИС, 2010. - 518 с. : черт.

б) дополнительная литература:

1. Куликов Ю. А. Переходные процессы в электрических системах : Учеб. пособие для подгот. бакалавров и дипломир. специалистов по направлению "Электроэнергетика" / Ю. А. Куликов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск; М. : НГТУ: Мир: АСТ, 2003. - 283 с. : ил.
2. Столбов Ю. А. Электромеханические переходные процессы в электрических системах : Учеб. пособие для студентов-заочников / ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Электроснабжение пром. предприятий и городов ; ЮУрГУ. - Челябинск : ЧПИ, 1982. - 36 с.
3. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : Учебник. - 4-е изд., перераб. и доп.. - М. : Высшая школа, 1985. - 536 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Коровин, Ю.В. Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах: учебное пособие / Ю.В. Коровин, Е.И. Пахомов, К.Е. Горшков. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. - 114 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Коровин, Ю.В. Расчёт токов короткого замыкания в электрических системах: учебное пособие / Ю.В. Коровин, Е.И. Пахомов, К.Е. Горшков. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. - 114 с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено