

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

М. Н. Кириллов, А. Н. Назаркина

**ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины
для студентов направления подготовки бакалавров
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 621.311

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики ФГБОУ ВО
«Калининградский государственный технический университет»
И. Е. Кажекин

Кириллов, М. Н.

Переходные процессы в электроэнергетических системах: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов напр. подгот. бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / **М. Н. Кириллов, А. Н. Назаркина.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 20 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по изучению дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» для обучающихся по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Табл. – 2, список лит. – 6 наименований

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией Института морских технологий, энергетики и строительства 25.10.2023 г., протокол № 12

УДК 621.311

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Кириллов М. Н., Назаркина А. Н., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Основное содержание дисциплины.....	8
2 Методические указания по выполнению самостоятельной работы	16
Заключение	18
Рекомендуемая литература	19

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» входит в состав образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Целью освоения дисциплины является усвоение принципов анализа переходных процессов в электроэнергетических системах.

Основные задачи изучения дисциплины заключаются в следующем:

- формирование у студентов прочной теоретической базы по анализу электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах;
- изучение влияния этих процессов на режимы работы электротехнического оборудования, электроэнергетические системы и их объекты;
- усвоение практических методов расчета и анализа режимов коротких замыканий и продольной несимметрии;
- освоение студентами математических моделей различных элементов электроэнергетической системы, в том числе, синхронных генераторов, асинхронных электродвигателей, трансформаторов и др.;
- получение знаний в области методов исследования переходных процессов.

В соответствии с требованиями основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», обучаемые должны:

Знать:

- основы теории электромагнитных переходных процессов;
- математические модели основных силовых элементов энергосистем;
- методы расчета электромагнитных переходных процессов;
- особенности протекания электромагнитных переходных процессов в синхронных генераторах, трансформаторах, линиях и других элементах энергосистем и методы их анализа с использованием современного математического аппарата;
- методы и алгоритмы расчета токов короткого замыкания в разветвленных высоковольтных сетях, в распределительных сетях и системах электроснабжения;
- алгоритмы расчета в фазных и симметричных координатах несимметричных коротких замыканий и сложных видов повреждений;
- статические и динамические характеристики и критерии устойчивости электромеханических систем в нормальном, динамическом, аварийном и послеаварийном режимах;

Уметь:

- составлять расчетные схемы и соответствующие схемы замещения по отношению к токам прямой, обратной и нулевой последовательностей и определять параметры различных элементов этих схем разными методами;
- определять параметры элементов схемы;
- выбирать методы расчета, адекватные поставленной задаче;
- рассчитывать электромагнитные переходные процессы, в первую очередь токи короткого замыкания с использованием ЭВМ;
- анализировать полученные результаты и давать им соответствующую физическую интерпретацию;
- строить векторные диаграммы, кривые изменения токов короткого замыкания и эпюры напряжений;
- оценивать, к каким погрешностям могут привести те или иные допущения;
- определять допустимость различных видов возмущений с точки зрения их воздействия на конкретные типы электрических машин и узлы нагрузок, как по условиям устойчивости, так и по допустимым уровням нагрузок;
- разрабатывать мероприятия и выбирать способы для обеспечения необходимого качества переходного процесса, устойчивости и экономичной работы электромеханического оборудования;

Владеть:

- навыками расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз.

Для студентов учебным планом предусмотрены лекции, выполнение практических заданий, лабораторных работ и защита курсового проекта.

Текущая и промежуточная аттестация студентов

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания (для студентов всех форм обучения);
- задания по темам практических занятий (для студентов всех форм обучения);
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам (для студентов всех форм обучения).

Тестовые задания используются для оценки освоения студентами тем дисциплины. Тестирование обучающихся проводится на занятиях после изучения на лекциях соответствующих разделов.

В Фонде оценочных средств приведены типовые тестовые задания в приложении № 1.

Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам приведены в соответствующем учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ.

Практических задания и методические рекомендации по их выполнению приведены в соответствующем учебно-методическом пособии по практическим занятиям.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме курсового проекта, относятся:

- задания и контрольные вопросы по курсовому проекту.

В учебно-методическом пособии по выполнению курсового проекта приведены задания и требования по защите курсового проекта.

Защита курсового проекта проводится в форме ответа на контрольные вопросы. По итогам выполнения и защиты курсового проекта оценка выставляется по пятибалльной шкале в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Система оценок и критерий выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление	Не может делать научно корректных	В состоянии осуществлять научно	В состоянии осуществлять систе-	В состоянии осуществлять систе-

изучаемого явления, процесса, объекта	выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	корректный анализ предоставленной информации	математический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	математический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- вопросы к экзамену.

Допуск студентов к экзамену осуществляется при условии выполнения и защиты всех практических заданий и лабораторных работ с учетом результатов текущего контроля успеваемости.

Экзамен проходит в форме ответа на экзаменационные вопросы, содержащиеся в экзаменационном билете. Экзаменационный билет содержит два экзаменационных вопроса. Перечень вопросов к экзамену приведен в Фонде оценочных средств в приложении № 5. Оценка за экзамен выставляется также в соответствии с универсальной системой оценивания (таблица 1).

1 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Тематический план лекционных занятий.

Темы занятий приведены в таблице 2. На изучение основной части тем требуется более двух лекционных занятий.

Таблица 2 – Разделы и темы занятий по дисциплине

№ п/п	Темы занятий по дисциплине
1	Тема 1.1. Основные термины и определения. Влияние параметров электрической цепи на переходной процесс
2	Тема 1.2 Система относительных единиц. Составление схем замещения
3	Тема 1.3. Переходные процессы в трехфазных электрических цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения
4	Тема 1.4. Уравнения электромагнитного переходного процесса в машине переменного тока
5	Тема 1.5. Расчет начального значения периодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания от электрических машин
6	Тема 1.6. Переходные процессы в синхронной машине без демпферных контуров
7	Тема 1.7. Практические методы расчета переходного процесса при трехфазных коротких замыканиях
8	Тема 1.8 Параметры элементов систем и схемы замещения для токов отдельных последовательностей
9	Тема 1.9 Однократная поперечная и продольная несимметрия

На изучение каждой темы дисциплины выделяется не менее 2 академических часов лекционных занятий. Чтение лекций осуществляется традиционным способом с использованием технических средств обучения.

1.2 Содержание дисциплины

Предполагается, что студенты знакомы с основами матричного, векторного и операционного исчисления и освоили теорию электрических машин, работающих в установившемся режиме.

В первых трех лекциях изучаются термины и определения, напоминаются некоторые сведения из курса ТОЭ, рассматриваются основные понятия о переходных процессах в электрических машинах и преобразовании координат при математическом моделировании синхронных машин.

С четвертую по восьмую лекцию рассматриваются электромагнитные переходные процессы.

Тема 1.1. Основные термины и определения. Влияние параметров электрической цепи на переходной процесс

Основные определения. Причины возникновения электромагнитных переходных процессов. Причины возникновения коротких замыканий (КЗ) и их следствия.

Назначение расчетов переходных процессов и предъявляемые к ним требования. Понятие о расчетных условиях.

Основные допущения, принимаемые при расчетах электромагнитных переходных процессов.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [5, стр. 6-27]

Тема 1.2 Система относительных единиц. Составление схем замещения

Преимущества системы относительных единиц, определение понятия относительной величины, выбор базисных условий.

Приведение ЭДС и сопротивлений элементов схемы к выбранным базисным условиям. Точное и приближенное приведение в именованных и относительных единицах.

Составление схем замещения при расчетах электромагнитных переходных процессов.

Преобразование схем замещения.

Применение принципа наложения.

При изучении данной темы необходимо получить ясное представление о схемах замещения отдельных элементов электрической сети. Для этого рекомендуется повторить разделы курсов «Электрические системы и сети», а также «Электрические машины», посвященные схемам замещения трансформаторов, автотрансформаторов, синхронных и асинхронных машин, воздушных и кабельных линий. Следует усвоить выражения для определения параметров схем замещения в именованных и относительных единицах, а также приведения параметров схем замещения к одной ступени напряжения (с использованием как точного, так и приближенного приведения). Необходимо также повторить изученные в курсе ТОЭ методы преобразования электрических цепей.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [5, стр. 28-55]

Тема 1.3. Переходные процессы в трехфазных электрических цепях, подключенных к источнику синусоидального напряжения

Процесс трехфазного КЗ в неразветвленной цепи. Кривая изменения тока и ее слагающие. Условия, определяющие максимальное значение апериодической слагающей тока.

Условия возникновения максимума мгновенного значения полного тока. Ударный ток и ударный коэффициент.

Определение эквивалентной постоянной времени апериодической составляющей тока в разветвленной схеме.

Действующие значения полных величин токов КЗ и их отдельных слагающих.

Мощность короткого замыкания.

Переходный процесс при включении в сеть трансформатора с разомкнутой вторичной обмоткой.

Переходный процесс при коротком замыкании за трансформатором.

При изучении данной темы необходимо повторить классический метод анализа переходных процессов в линейных электрических цепях, рассматриваемый в курсе ТОЭ.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [5, стр. 58-89]

Тема 1.4. Уравнения электромагнитного переходного процесса в машине переменного тока

Основные допущения.

Потокоцепления, собственные индуктивности и взаимные индуктивности обмоток синхронных машин.

Исходные дифференциальные уравнения переходного процесса в синхронной машине.

Линейные преобразования уравнений.

Линейные преобразования исходных дифференциальных уравнений переходного процесса в синхронной машине к осям ротора.

Для успешного освоения материала данной темы рекомендуется повторить разделы курса «Электрические машины», посвященные синхронным и асинхронным машинам.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [5, стр. 144-160]

Тема 1.5. Расчет начального значения периодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания от электрических машин

Предшествующий установившийся режим синхронного генератора.

Синхронный генератор без демпферных контуров в начальный момент короткого замыкания.

Синхронный генератор с демпферными контурами в начальный момент короткого замыкания.

Электродвигатели и нагрузки в начальный момент короткого замыкания.

Аналитическое описание переходного процесса в синхронной машине связано с рядом трудностей: наличием нескольких контуров на роторе с различными параметрами по продольной и поперечной осям, влиянием асимметрии ротора и др. Для упрощения параметры переходного процесса в начальный момент времени определяют исходя из условия сохранения первичного потокосцепления синхронной машины.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [5, стр. 113-131]

Тема 1.6. Переходные процессы в синхронной машине без демпферных контуров

Уравнения переходного процесса и их корни.

Влияние форсировки возбуждения на переходный процесс в синхронной машине при КЗ.

Переходный процесс в синхронной машине при гашении магнитного поля.

Особенности переходных процессов в синхронной машине с демпферными контурами.

Установившийся режим КЗ.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [5, стр. 192-221]

Тема 1.7. Практические методы расчета переходного процесса при трехфазных коротких замыканиях

Расчет начального значения периодической составляющей тока КЗ.

Приближенный учет системы.

Расчет начального значения аperiodической составляющей и ударного тока КЗ.

Определение удаленности точки КЗ.

Расчет периодической составляющей при удаленных КЗ.

Метод типовых кривых.

Метод спрямленных характеристик.

Учет узлов нагрузки при расчете токов КЗ.

Расчет токов КЗ в электрических сетях напряжением до 1000 В.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [5, стр. 131-146]

Тема 1.8 Параметры элементов систем и схемы замещения для токов отдельных последовательностей

Основные допущения, принимаемые при исследовании несимметричных переходных процессов. Образование высших гармоник при несимметричном режиме синхронной машины. Применимость метода симметричных составляющих к исследованию переходных процессов.

Сопротивления обратной и нулевой последовательностей синхронных машин.

Сопротивления обратной и нулевой последовательностей асинхронных двигателей. Параметры обобщенной нагрузки.

Схемы замещения нулевой последовательности двухобмоточных трансформаторов.

Схемы замещения нулевой последовательности трехобмоточных трансформаторов.

Схемы замещения нулевой последовательности автотрансформаторов.

Сопротивления нулевой последовательности воздушных линий.

Сопротивления нулевой последовательности трехжильных кабелей.

Составление схем замещения прямой и обратной последовательностей.

Составление схем замещения нулевой последовательности.

При изучении данной темы необходимо вспомнить метод симметричных составляющих, который рассматривался ранее в курсе ТОЭ.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [5, стр. 272-308]

Тема 1.9 Однократная поперечная и продольная несимметрия

Однократная поперечная несимметрия. Общие положения.

Двухфазное короткое замыкание.

Однофазное короткое замыкание.

Двухфазное короткое замыкание на землю.

Правило эквивалентности прямой последовательности для поперечной несимметрии.

Применение практических методов к расчету переходного процесса при однократной поперечной несимметрии.

Однократная продольная несимметрия. Разрыв одной фазы. Разрыв двух фаз.

Комплексные схемы замещения.

Следует хорошо усвоить правило эквивалентности прямой последовательности, согласно которому для расчета переходного процесса при любом несимметричном коротком замыкании могут быть применены практические методы расчета переходного процесса трехфазного короткого замыкания.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [5, стр. 315-404]

1.3 Тематический план практических занятий

Занятие 1. Составление и преобразование схемы замещения. Расчёт параметров схемы замещения в именованных единицах

Задание:

1. Составление схемы замещения.
2. Преобразование схемы замещения в результирующую схему.
3. Расчёт параметров схемы замещения в именованных единицах с учётом действительных коэффициентов трансформации и с использованием шкалы средних номинальных напряжений.
4. Расчёт параметров схемы замещения в именованных единицах с использованием шкалы средних номинальных напряжений.

Занятие 2. Расчёт параметров схемы замещения в относительных базисных единицах. Установившийся режим короткого замыкания

Задание:

1. Расчёт параметров схемы замещения в относительных базисных единицах с учётом действительных коэффициентов трансформации.
2. Расчёт параметров схемы замещения в относительных базисных единицах с использованием шкалы средних номинальных напряжений.
3. Расчёт тока генератора в установившемся режиме трёхфазного короткого замыкания за трансформатором.
4. Расчёт тока генератора в установившемся режиме трёхфазного короткого замыкания за воздушной линией.

Занятие 3. Расчёт сверхпереходного тока

Задание:

1. Преобразование исходной схемы.

2. Нахождение сверхпереходного тока в именованных единицах с учётом действительных коэффициентов трансформации.

3. Нахождение сверхпереходного тока в относительных базисных единицах с учётом действительных коэффициентов трансформации

Занятие 4. Расчёт ударного тока и апериодической составляющей тока короткого замыкания

Задание:

1. Расчёт начального сверхпереходного тока короткого замыкания в относительных единицах с использованием шкалы средних номинальных напряжений при трёхфазном коротком замыкании на шинах эквивалентного асинхронного двигателя.

2. Расчёт ударного тока для заданного момента времени.

3. Расчёт апериодической составляющей тока короткого замыкания.

Занятие 5. Метод типовых кривых для расчёта периодической составляющей тока короткого замыкания

Задание:

1. Расчёт сверхпереходного тока короткого замыкания.

2. Определение периодической составляющей тока двигателя с использованием типовых кривых.

Занятие 6. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей

Задание:

1. Составление схем замещения для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей.

2. Расчёт параметров схем замещения.

3. Нахождение результирующей ЭДС и результирующих сопротивлений отдельных последовательностей.

Занятие 7. Расчёт токов несимметричных коротких замыканий с использованием метода активного обучения «групповая консультация»

Задание:

1. Расчёт токов однофазного короткого замыкания.

2. Построение векторных диаграмм токов и напряжений в месте короткого замыкания.

3. Расчёт напряжений прямой, обратной и нулевой последовательности.

4. Определение составляющих напряжения в различных точках.

5. Построение векторных диаграмм напряжения на высокой и низкой сторонах трансформатора.

Занятие 8. Простое замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью

Задание:

1. Расчёт среднегеометрического расстояния между проводами.
2. Расчёт среднего расстояния проводов фаз от их зеркальных отражений относительно поверхности земли.
3. Расчёт емкостного реактивного сопротивления сети.
4. Определение тока металлического короткого замыкания на землю.

Занятие 9. Расчёт токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В

Задание:

1. Составление схемы замещения и расчёт её параметров.
2. Выбор автоматических выключателей.
3. Расчёт тока короткого замыкания в различных точках с учётом и без учёта двигателя.

1.4 Тематический план лабораторных работ

Темы лабораторных работ:

Лабораторная работа №1. Внезапное короткое замыкание в простейшей трехфазной цепи;

Лабораторная работа №2. Исследование влияния состава дифференциальных уравнений синхронной машины на переходный процесс при коротком замыкании якоря;

Лабораторная работа №3. Переходный процесс в синхронной машине при гашении магнитного поля обмотки возбуждения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1 Общие положения о самостоятельной работе

Самостоятельная работа студентов – выполняемая студентами в аудиторное и внеаудиторное время учебная деятельность, методически организованная преподавателем, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа студентов является обязательной неотъемлемой частью образовательного процесса.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация, углубление, расширение и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений и навыков обучающихся;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию, учебную и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирование профессиональных компетенций;
- развитие исследовательских умений.

Самостоятельная работа студентов в данной дисциплине реализуется в виде внеаудиторной самостоятельной работы – планируемой учебной деятельности студентов, выполняемой ими вне аудиторных занятий, самостоятельно, по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Внеаудиторная самостоятельная работа включает следующие формы:

- подготовка к лекциям;
- выполнение практических заданий;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- конспектирование источников;
- работа с электронными ресурсами;
- чтение учебной литературы, конспектов лекций.

Задачи преподавателя по организации самостоятельной работы студента заключаются в следующем:

- информирование о разделах дисциплины, которые будут изучены самостоятельно;
- информирование о формах самостоятельной работы, сроках выполнения и формах контроля;
- разработка и выдача заданий для самостоятельной работы;

- проведение консультаций по вопросам выполнения заданий;
- контроль хода выполнения и результатов самостоятельной работы.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в процессе изучения дисциплины, а также в период проведения текущих консультаций. Используются следующие формы контроля самостоятельной работы:

- устные опросы;
- проверка отчетов по лабораторным работам;
- зачет.

2.2 Методические рекомендации по отдельным формам самостоятельной работы

Самостоятельная работа с литературой

Самостоятельная работа с учебниками, книгами, статьями является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того насколько осознана читающим собственная внутренняя установка при обращении к источнику (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность обучения.

Выделяют четыре основные установки в чтении специальной литературы:

- информационно-поисковая (найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает готовность в том или ином виде использовать суждения автора, ход его мыслей, дополнить их, подвергнуть проверке).

Основным видом систематизированной записи прочитанного является конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект позволяет всесторонне охватить содержание материала. Читая и конспектируя тот или иной раздел источника, необходимо твердо усвоить основные определения электрических величин и понятий, те закономерности, которыми определяется связь и зависимость одних величин от других. Формулировки основных законов и методику вывода их математических выражений надо знать на память.

Особенно настоятельно рекомендуется выполнять рукописное изложение пройденного материала ходе изучения сложных вопросов: записать в тетрадь определения, выводы формул, начертить схемы, графики. Хорошим методом контроля усвоения материала являются ответы на вопросы для самопроверки.

Подготовка к лабораторным работам

При подготовке к лабораторной работе обучающемуся необходимо изучить лекционный материал по заданной теме, рекомендованные основную и дополнительную литературу; запомнить определения базовых понятий по выполняемой работе; соотнести теоретический материал по осваиваемой теме с теоретическим материалом по ранее изученным темам осваиваемого курса; также выполнить задания, рекомендованные для самостоятельного решения при подготовке к занятию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебно-методическом пособии даны рекомендации по изучению дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах». Объем сведений, рассматриваемых на аудиторных занятиях по данной дисциплине, обеспечивает формирование базового уровня знаний и умений студентов и предполагает значительный объем самостоятельной работы для более широкого и качественного освоения основных тем дисциплины.

В пособии содержатся рекомендации по изучению теоретического материала и самостоятельной подготовке. Знания, умения и навыки в соответствующем разделе электроэнергетики и электротехники, приобретенные в ходе изучения дисциплины, позволят будущим специалистам в дальнейшем успешно решать практические задачи в профессиональной деятельности.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лозовенко В.И. Переходные процессы в синхронных машинах. Учебное пособие. Калининград: КГТУ, 2002. - 174 с.
2. ГОСТ 26522-85. Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения: Межгосударственный стандарт: дата введения 1986.07.01 / Офиц. переиздание. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. - 12 с.
3. Долгов, А. П. Переходные режимы и устойчивость электроэнергетических систем: учебник / А. П. Долгов. — Новосибирск: НГТУ, 2022. — 258 с. — ISBN 978-5-7782-4678-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306263> (дата обращения: 19.11.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Важнов А.И. Основы теории переходных процессов синхронной машины / А. И. Важнов. - Москва; Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1960. - 312 с.
5. Ульянов С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебник / С. А. Ульянов. - Москва: Энергия, 1970. – 518 с.
6. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах: Учеб. для электроэнергет. спец вузов. – 4 изд., перераб. и доп. – Москва: Высш. шк., 1985. – 536 с.

Локальный электронный методический материал

Михаил Николаевич Кириллов, Александра Николаевна Назаркина

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1.5. Печ. л. 1,3.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1