

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра электроэнергетики  
(Э\_ХТИ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра электроэнергетики  
(Э\_ХТИ)**

наименование кафедры

**Коловский Алексей  
Владимирович**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
СИСТЕМАХ**

Дисциплина Б1.В.04 Переходные процессы в электроэнергетических системах

Направление подготовки /  
специальность

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

130000 «ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

---

Программу  
составили

канд. техн. наук, Зав. каф., Коловский Алексей  
Владимирович

---

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Переходные процессы в электро-энергетических системах» является изучение и приобретение практических навыков анализа наиболее часто встречающихся в электрических системах различных видов электромагнитных и электромеханических переходных процессов.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО к результатам освоения программы бакалавриата задачами изучения дисциплины является:

– знание и понимание главнейших физических свойств энергосистемы, факторов, влияющих на ее режимы; основы расчетов параметров элементов в схемах замещения; влияния наиболее встречающихся видах несимметрии на режим работы электрической системы; физических процессов, происходящие в системе при нарушении ее режима работы; методы анализа протекания переходных процессов в синхронных машинах и узлах нагрузки; роль и значение мероприятий, направленных на обеспечение устойчивой работы системы при возможных нарушениях режима;

- умение составлять схемы замещения и эквивалентировать их; производить практические расчеты переходных процессов; анализировать результаты своих расчетов и делать выводы; определять значения токов в ветвях схемы и величины остаточных напряжений в узлах при анализе продольной и поперечной несимметрии; разбираться в физике процессов при нарушении статической и динамической устойчивости системы; выбирать решения, направленные на обеспечение устойчивой работы узлов нагрузки системы электроснабжения;

- использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности для расчета и исследования токов короткого замыкания; оценки качаний генераторов и устойчивости энергосистемы и ее узлов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ПК-1:Способен, используя знания об особенностях функционирования системы электроснабжения и ее основных элементов, осуществлять монтаж, испытания,</b>
---

<b>эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт устройств и оборудования электроэнергетических систем и сетей, электрических станций и подстанций</b>	
Уровень 1	Основы расчетов параметров элементов в схемах замещения
Уровень 2	физические процессы, происходящие в электрической системе при нарушении ее режима работы
Уровень 3	методы анализа протекания переходных процессов в синхронных машинах и узлах нагрузки
Уровень 1	Производить практические расчеты переходных процессов;
Уровень 2	определять значения токов в ветвях схемы и величины остаточных напряжений в узлах при анализе продольной и поперечной несимметрии
Уровень 1	Простейшими методами расчета и приемами исследования токов короткого замыкания
Уровень 2	методами оценки качаний генераторов, оценки с помощью практических критериев устойчивости
<b>ПК-2: Владеет методами оценки и выбора рациональных технологических режимов работы устройств электроэнергетических систем и сетей, электрических станций и подстанций, способен обнаруживать и устранять отказы устройств электроснабжения в эксплуатации, поддерживать заданный уровень надежности функционирования устройств электроэнергетических систем и сетей, электрических станций и подстанций</b>	
Уровень 1	Роль и значение мероприятий, направленных на обеспечение устойчивой работы системы при возможных нарушениях режима
Уровень 1	Выбирать решения, направленные на обеспечение устойчивой работы узлов нагрузки системы электроснабжения
Уровень 1	Методами анализа эффективности принятых мер направленные на обеспечение устойчивой работы узлов нагрузки системы электроснабжения

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для освоения данной дисциплины необходимо знать, уметь и быть готовым применять материал в объеме, изложенном в рабочих программах следующих дисциплин:

- Теоретические основы электротехники. Часть 2
- Электрические машины
- Электрические станции и подстанции
- Дифференциальные и интегральные уравнения
- Введение в специальность
- Математический анализ
- Алгебра и геометрия

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы для изучения дисциплин «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электрический привод», «Типовой электропривод», «Электроснабжение», «Системы

электроснабжения», выполнения научно-исследовательской работы, прохождения преддипломной практики, написания выпускной квалификационной работы.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		5	6
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7 (252)</b>	<b>3 (108)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>3,5 (126)</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>2 (72)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	1,5 (54)	0,5 (18)	1 (36)
практикумы			
лабораторные работы	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,5 (90)</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Да	Нет	Да
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Модуль 1. Электромагнитные переходные процессы	18	18	18	54	ПК-2
2	Модуль 2. Электромеханические переходные процессы	18	36	18	18	
3	Курсовая Работа	0	0	0	18	
Всего		36	54	36	90	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Основные сведения о переходных процессах в ЭЭС и схемы замещения	2	0	0
2	1	Расчет и приведение параметров схем замещения. Расчет начального значения тока КЗ	2	0	0
3	1	Переходные процессы при трехфазном КЗ	2	0	0

4	1	Учет электродвигателей и обобщенной нагрузки при расчетах начального значения тока КЗ	2	0	0
5	1	Расчет тока короткого замыкания в заданный момент времени	2	0	0
6	1	Метод симметричных составляющих. Схемы замещения токам различных последовательностей	2	0	0
7	1	Несимметричные КЗ	2	0	0
8	1	Замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью. Однократная продольная несимметрия	2	0	0
9	1	Короткие замыкания в сетях ниже 1 кВ	2	0	0
10	2	Статическая устойчивость энергетических систем	4	0	0
11	2	Динамическая устойчивость электроэнергетической системы	6	0	0
12	2	Статическая устойчивость узла нагрузки	4	0	0
13	2	Динамическая устойчивость узла нагрузки	4	0	0
Всего			26	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Расчет параметров схем замещения. Точное и приближенное приведение в именованных единицах	2	0	0



2	1	Точное и приближенное приведение в относительных единицах	2	0	0
3	1	Расчет подпитывающего влияния двигателей на ток трехфазного КЗ в сети 6-10 кВ	4	0	0
4	1	Расчет периодической составляющей тока трехфазного КЗ методом типовых кривых	2	0	0
5	1	Расчет токов несимметричных КЗ	2	0	0
6	1	Продольная несимметрия. Расчет разрыва одной фазы	2	0	0
7	1	Расчет токов КЗ в сети до 1 кВ	4	0	0
8	2	Расчет характеристики мощности генераторов с АРВ и без АРВ	4	0	0
9	2	Расчет статической устойчивости простейшей системы	4	0	0
10	2	Построение угловых характеристик при промежуточных подключениях и сложных энергосистем	8	0	0
11	2	Определение угла предельного отключения при симметричном и несимметричных КЗ	8	0	0
12	2	Построение статических характеристик АД и обобщенной нагрузки	4	0	0
13	2	Статическая устойчивость двигательной нагрузки	4	0	0
14	2	Динамическая устойчивость синхронного двигателя	4	0	0
Итого			54	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№	№	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	---	----------------------	---------------------

п/п	раздела дисциплины		Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Исследование характера протекания переходного процесса при коротком замыкании	3	0	0
2	1	Исследование влияния нагрузки на ток короткого замыкания в начальный момент времени.	3	0	0
3	1	Расчет симметричного короткого замыкания электрической системы	4	0	0
4	1	Исследование несимметричных коротких замыканий в электрических сетях	4	0	0
5	1	Исследование однократной продольной несимметрии	4	0	0
6	2	Анализ статической устойчивости простейшей регулируемой системы на персональной ЭВМ	4	0	0
7	2	Анализ динамической устойчивости простейшей регулируемой электрической системы на ЭВМ	4	0	0
8	2	Исследование статической устойчивости узла нагрузки СЭС на ПЭВМ	4	0	0
9	2	Расчет самозапуска синхронного двигателя	3	0	0
10	2	Переходные процессы в узле нагрузки при пуске асинхронного двигателя	3	0	0
Всего			36	0	0

#### **4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
--	---------------------	----------	-------------------

Л1.1	Латушкина Л.Л.	Переходные процессы в ЭЭС. Электромеханические переходные процессы: лабораторный практикум	Абакан: РИО ХТИ - филиала СФУ, 2011
------	----------------	---	---

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Ульянов С. А.	Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебник для электротехн. и энерг. вузов и фак.	Москва: ТИД "АРИС", 2010
Л1.2	Бобров А. Э., Дяков А. М., Зорин В. Б., Пилюшенко Л. И.	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учеб. пособие	Красноярск: ИПК СФУ, 2010
Л1.3	Бобров А. Э., Дяков А. М.	Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебно-методическое пособие по специальностям 140205.65 «Электроэнергетические системы и сети», 140211.65 «Электроснабжение»	Красноярск: СФУ, 2012
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Куликов Ю. А.	Переходные процессы в электрических системах: учеб. пособие	Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003
Л2.2	Крючков И. П., Старшинов В. А., Гусев Ю. П., Пираторов М. В., Крючков И. П.	Переходные процессы в электроэнергетических системах: учеб. для студентов вузов спец. "Электрические станции", "Электроснабжение"	Москва: МЭИ, 2009
Л2.3	Старшинов В.А., Гусев Ю.П., Пираторов М.В., Крючков И.П.	Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник.; допущено МО и науки РФ	М.: МЭИ, 2009
Л2.4	Латушкина Л.Л.	Электромеханические переходные процессы: учебное пособие	Красноярск: Сиб. федер. ун-т; ХТИ - филиал СФУ, 2010

Л2.5	Латушкина Л.Л., Дулесов А.С.	Переходные процессы в электроэнергетических системах. Расчет токов короткого замыкания: учебное пособие	Абакан: Ред.-изд. сектор ХТИ - филиала СФУ, 2013
Л2.6	Латушкина Л.Л.	Электромагнитные переходные процессы. курс лекций: учеб. пособие	Абакан: КГТУ, 2006
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Латушкина Л.Л.	Переходные процессы в электроэнергетических системах. Электромагнитные переходные процессы: лабораторный практикум	Абакан: Ред.-изд. сектор ХТИ - филиала СФУ, 2013
Л3.2	Латушкина Л.Л.	Переходные процессы в ЭЭС. Электромеханические переходные процессы: лабораторный практикум	Абакан: РИО ХТИ - филиала СФУ, 2011

### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Куликов, Ю.А. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учебн. пособие [Электронный ресурс] / Ю. А. Куликов. – Новосибирск: НГТУ, Мир: ООО «Издательство АСТ», 2013. – 387 с.	<a href="http://www.kodges.ru/tehnika/electro/199633-perehodnye-processy-v-elektroenergeticheskikh-sistemah.html">http://www.kodges.ru/tehnika/electro/199633-perehodnye-processy-v-elektroenergeticheskikh-sistemah.html</a> .
Э2	Бугров, В. Г. Электромеханические переходные процессы в системах электропитания [Электронный ресурс]: учебное пособие для специальности 100400 "Электропитание". - Электрон. дан. - Тверь: ТГТУ, 2005. - 115 с.	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Э3	ЭБС Университетская – online, Издательская коллекция «ЮРАЙТ»	<a href="http://www.biblio-online.ru/">http://www.biblio-online.ru/</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Освоение содержания дисциплины происходит в процессе аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов является одним из основных видов познавательной деятельности, направленной на более глубокое и разностороннее изучение материалов учебного курса.

Основные виды самостоятельной работы студентов:

1. Самостоятельное изучение отдельных разделов курса;
2. Подготовка к практическим занятиям;
3. Выполнение разделов курсовой работы;
4. Подготовка к экзамену.

### **8.1 Самостоятельное изучение отдельных разделов курса.**

В результате проведения самостоятельной работы студент дополнительно закрепляет лекционный курс. Вопросы, выносимые на самостоятельную работу, входят в экзаменационные вопросы и контролируются на экзамене.

### **8.2 Подготовка к практическим занятиям.**

Подготовка к практическим занятиям осуществляется в течение всего семестра и контролируется непосредственно на занятиях.

### **8.3 Выполнение разделов курсовой работы.**

Выполнение курсовой работы имеет целью закрепления и углубления знаний студентов в части расчетов токов короткого замыкания, а также формирование у них соответствующих умений и навыков.

Обязательные разделы расчетно-пояснительной записки:

1. Расчет токов в сети при трехфазном и несимметричном коротком замыкании.
2. Определение действующее значение периодической слагающей тока трехфазного КЗ для заданного момента времени.
3. Расчет сверхпереходного и ударного тока в сети ниже 1000 В при трехфазном коротком замыкании.

Пояснительная записка должна удовлетворять требованиям стандарта СТО 4.2 -07-2014.

В отдельных случаях студентам, проявившим склонность к научно-исследовательской работе, может быть рекомендована, в рамках курсового проектирования, выдача заданий по НИРС. Темы курсовых работ утверждаются на заседании кафедры.

## 9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

### 9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	ОС Windows – комплекс взаимосвязанных программ, предназначенных для управления ресурсами вычислительного устройства и организации взаимодействия с пользователем.
9.1.2	Пакет прикладных программ MS Office:
9.1.3	- Word – текстовый процессор, предназначен для создания и редактирования текстовых документов (или аналоги) (написание реферата);
9.1.4	- Power Point – программа для создания и оформления презентаций (или аналоги) (создание презентации для выступления на практических занятиях).
9.1.5	Веб-браузеры – прикладное программное обеспечение для просмотра веб-страниц, содержания веб-документов, компьютерных файлов и их каталогов; управления веб-приложениями.
9.1.6	MS Visio – графический редактор;
9.1.7	Delphi – система быстрой разработки программ.
9.1.8	10 прикладных компьютерных программ название и номер соответствует названию лабораторных работ в п. 3.4.

### 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	1. Библиотечный сайт НБ СФУ [Электронный ресурс] : научная библиотека СФУ предоставляет доступ к ЭБС «ИНФРА-М», «Лань», «Национальный цифровой ресурс «Рукопт», рекомендованным для использования в высших учебных заведениях. – Режим доступа: <a href="http://bik.sfu-kras.ru/">http://bik.sfu-kras.ru/</a> .
9.2.2	2. Электронный каталог НБ СФУ и полнотекстовая база данных внутривузовских изданий, видеолекций и учебных фильмов университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://lib.sfu-kras.ru/">http://lib.sfu-kras.ru/</a> ; <a href="http://tube.sfu-kras.ru/">http://tube.sfu-kras.ru/</a> .
9.2.3	3. Электронная библиотечная система «ИНФРА-М» [Электронный ресурс] : включает литературу, выпущенную 10 издательствами, входящими в группу компаний «Инфра-М». – Режим доступа: <a href="http://www.znanium.com/">http://www.znanium.com/</a> .
9.2.4	4. Электронная библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] : ресурс, содержащий электронные версии всех книг издательства, созданный с целью обеспечения вузов необходимой учебной и научной литературой профильных направлений. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> .
9.2.5	5. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://rucont.ru/">http://rucont.ru/</a> .
9.2.6	6. Электронная библиотека технического вуза ЭБС «Консультант студента» [Электронный ресурс] : многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. – Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> .

9.2.7	7. Электронный каталог библиотеки ХТИ – филиал СФУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://89.249.130.59/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&amp;I21DBN=KNIG&amp;P21DBN=KNIG&amp;S21FMT=&amp;S21ALL=&amp;Z21ID=">http://89.249.130.59/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&amp;I21DBN=KNIG&amp;P21DBN=KNIG&amp;S21FMT=&amp;S21ALL=&amp;Z21ID=</a> .
9.2.8	8. Консультант + [Электронный ресурс] : справочная правовая система. – Режим доступа: <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> .
9.2.9	9. Правовая информационная система «Кодекс» [Электронный ресурс] : законодательство, комментарии, консультации, судебная практика. – Режим доступа: <a href="http://www.kodeks.ru/">http://www.kodeks.ru/</a> .
9.2.1 0	10. Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс] : многофункциональная справочная правовая система. – Режим доступа: <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> .
9.2.1 1	

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются персональные компьютеры, мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в PowerPoint.

Аудитория А-305 – для занятий лекционного типа, для практических занятий, для текущего контроля, для промежуточной аттестации, для групповых и индивидуальных консультаций

Оснащенность: Рабочее место преподавателя; рабочие места обучающихся; меловая доска; стационарный проектор с переносным экраном

Компьютерный класс А-104 – для лабораторных занятий, для самостоятельной работы

Оснащенность: Магнитно-маркерная доска с подсветкой.

1- рабочее место преподавателя.

12 -рабочих мест для студентов.

Рабочие места для студентов оснащены персональными компьютерами:

Intel(R) Core(TM) i5-3470 CPU/H61M-DS2 DVI(Gigabyte Technology Co., Ltd.) MB/4Gb RAM/ 750Gb HDD/ 19" ViewSonic VA1916w-6