



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет

Кафедра микропроцессорных средств автоматизации



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

« 18 » 09 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Переходные процессы в электроэнергетических системах»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы бакалавриата:

Электроснабжение

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

микропроцессорных средств автоматизации

Форма обучения:

очная

Курс: 3

Семестр(ы): 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч

Виды контроля:

Экзамен: 6 семестр
Зачёт: —

Курсовой проект: —
Курсовая работа: —

Учебно-методический комплекс дисциплины «Переходные процессы в электро-энергетических системах» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «03» сентября 2015 г. номер приказа «955» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённой «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённого «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин Теоретические основы электротехники, Силовая электроника, Физические основы электроники, Диагностика и надёжность электротехнических и электроэнергетических систем, Электрические и компьютерные измерения, Моделирование в электротехнике и электроэнергетике, Электроэнергетическое оборудование, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Электрические станции и подстанции 1, , Электроэнергетические системы и сети, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Электроснабжение, Организация и планирование производств в электротехнике и электроэнергетике, Производственное оборудование и его эксплуатация, Автоматизация проектирования, Энергоснабжение, Электрические станции и подстанции 2, Информационное обеспечение систем управления, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии, Микропроцессорные средства автоматизации в электроэнергетике, Средства автоматизации и управления.

Разработчики

канд. техн. наук
(ученая степень, звание)

(подпись)

А.В. Ромодин
(инициалы, фамилия)

(ученая степень, звание)

(подпись)

Ю.С. Асессоров
(инициалы, фамилия)

Рецензент

д-р техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

В.П. Казанцев
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микропроцессорных средств автоматизации «06» сентября 2017 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой,
ведущей дисциплину

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета «14» 09 2017 г., протокол № 4.

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

А.Л. Гольдштейн
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой МСА

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

Д.С. Репецкий
(инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины - освоение дисциплинарных компетенций по расчёту и анализу электромагнитных и электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин и электрических сетей.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет части следующих компетенций:

- Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);
- Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- изучение основных теоретических положений и формул, которые описывают электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электрических машинах;
- изучение физики переходных процессов в электроэнергетических системах и электрических машинах;
- изучение проблем статической и динамической устойчивости;
- изучение принципов распределения несимметричных токов и напряжений в сети;
- формирование навыков анализа устойчивости электрических систем;
- формирование навыков разработки мероприятий по повышению устойчивости электроэнергетических систем;
- изучение практических методов расчёта различных видов коротких замыканий.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование;
- устройства автоматического управления и релейной защиты в электроэнергетике.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) и является обязательной при освоении ОПОП по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электро-снабжение».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части, указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

- **знать:**
 - основные законы, теоретические положения и формулы, которые описывают электромеханические и электромагнитные процессы в электрических машинах;
 - физико-электрические основы критериев статической и динамической устойчивости;
 - мероприятия по улучшению устойчивости электроэнергетических систем;
 - основные законы, теоретические положения и формулы, которые описывают электромеханические и электромагнитные процессы в электрических машинах;
 - проблемы статической и динамической устойчивости;
 - виды коротких замыканий;
 - критерии устойчивости и определение запасов устойчивости;

- методы и способы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромагнитных свойств, параметров и характеристик устойчивости электроэнергетических систем;
- методику практической работы с технологиями и средствами анализа переходных процессов электроэнергетических систем;
- схемы электроэнергетических систем и сетей;
- принципы распределения несимметричных токов и напряжений в сети;
- методы определения критериев устойчивости переходных процессов;
- методику составления схем замещения для расчёта переходных процессов;
- методику использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при эксплуатации электроэнергетических сетей.

• **уметь:**

- применять теоретический аппарат для выявления причины аварийных и нормальных переходных процессов;
- проводить анализ устойчивости режимов электрических систем;
- производить практические расчёты различных видов коротких замыканий;
- проводить анализ устойчивости режимов электрических систем;
- выделять практические критерии области устойчивых режимов и оценки запасов устойчивости;
- составлять расчётные схемы замещения для расчёта переходных процессов.

• **владеть:**

- навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости электроэнергетических систем;
- навыками применения методики анализа переходных процессов электроэнергетических систем;
- навыками использования методов и способов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромагнитных свойств, параметров и характеристик устойчивости электроэнергетических систем;
- навыками применения методики практической работы с технологиями и средствами анализа переходных процессов электроэнергетических систем;
- навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при эксплуатации электроэнергетических сетей.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Общепрофессиональные компетенции			
ОПК - 3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Теоретические основы электротехники, Силовая электроника, Физические основы электроники, Электроснабжение, Электрические и компьютерные измерения, Моделирование в электротехнике и электроэнергетике	Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем
Профессиональные компетенции			

ПК - 3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Электроэнергетическое оборудование, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Электро-снабжение	Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем, Электроэнергетические системы и сети, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Организация и планирование производств в электротехнике и электроэнергетике, Производственное оборудование и его эксплуатация, Автоматизация проектирования, Энергоснабжение, Электрические станции и подстанции 2, Информационное обеспечение систем управления, Микропроцессорные средства автоматизации в электроэнергетике, Средства автоматизации и управления
--------	--	---	---

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ОПК-3, ПК-3.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3

Код	Формулировка компетенции
ОПК-3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-3.Б1.В.09	Способность использовать методы анализа и моделирования статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем, выделять критерии устойчивости, разрабатывать мероприятия по повышению устойчивости.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения студент знает, умеет, владеет		
Знает: – основные законы, теоретические положения и формулы, которые описывают электромеханические и электромагнитные процессы в электрических машинах; – проблемы статической и динамической устойчивости; – виды коротких замыканий; – критерии устойчивости и определение запасов устойчивости;	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала. Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.	Вопросы к экзамену Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля.

– методы и способы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромагнитных свойств, параметров и характеристик устойчивости электроэнергетических систем; – методику практической работы с технологиями и средствами анализа переходных процессов электроэнергетических систем.		
Умеет: – производить практические расчёты различных видов коротких замыканий; – проводить анализ устойчивости режимов электрических систем; – выделять практические критерии области устойчивых режимов и оценки запасов устойчивости.	Лабораторные работы. Практические занятия Самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим и лабораторным работам.	Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ. Индивидуальное задание по модулю.
Владеет: – навыками использования методов и способов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромагнитных свойств, параметров и характеристик устойчивости электроэнергетических систем; – навыками применения методики практической работы с технологиями и средствами анализа переходных процессов электроэнергетических систем.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов по подготовке лабораторным работам.	Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ. Индивидуальное задание по модулю.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код	Формулировка компетенции
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-3.Б1.В.09	Способность принимать участие в проектировании объектов электроэнергетики, производить расчеты переходных процессов и устойчивости электроэнергетических систем

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения студент знает, умеет, владеет		
Знает: – основные законы, теоретические положения и формулы, которые описывают электромагнитные процессы в электрических машинах; – физико-электрические основы критериев статической и динамической устой-	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала. Самостоятельная работа по подготовке к	Вопросы к экзамену. Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля.

чивости; – схемы электроэнергетических систем и сетей; – принципы распределения несимметричных токов и напряжений в сети; – методы определения критериев устойчивости переходных процессов; – методику составления схем замещения для расчёта переходных процессов; – методику использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при эксплуатации электроэнергетических сетей. – мероприятия по улучшению устойчивости электроэнергетических систем.	экзамену.	
Умеет: – применять теоретический аппарат для выявления причины аварийных и нормальных переходных процессов; – составлять расчётные схемы замещения для расчёта переходных процессов. – проводить анализ устойчивости режимов электрических систем.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим и лабораторным работам.	Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ. Индивидуальное задание по модулю.
Владеет: – навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости электроэнергетических систем; – навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при эксплуатации электроэнергетических сетей; – навыками применения методики анализа переходных процессов электроэнергетических систем.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов по подготовке лабораторным работам	Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ. Индивидуальное задание по модулю.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 6	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная) работа	50	50
	Лекции (Л)	14	14
	Практические занятия (ПЗ)	18	18
	Лабораторные работы (ЛР)	18	18
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	56	56
	Изучение теоретического материала (ИТМ)	34	34

	Индивидуальные задания по тематике лабораторных занятий (ИЗЛР)	17	17
	Курсовой проект (КП)	-	-
	Индивидуальные задания по модулю (ИЗМ)	5	5
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: экзамен	36	36
5	Трудоёмкость дисциплины		
	Всего:		
	в часах (ч)	144	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4	4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного мо- дуля	Номер раздела дисципли- ны	Номер темы дисципли- ны	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудо- ём- кость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа				КСР	ито- го- вый кон- троль	самостоя- тельная работа		
			всего	Л	ПЗ	ЛР					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	0,5
		1	1,5	1	0,5	-	-	-	-	2	3,5
		2	0,5	0,5	-	-	-	-	-	2	2,5
		3	2,5	2	0,5	-	-	-	-	3	5,5
		4	2,5	2	0,5	-	-	-	-	3	5,5
		5	-	-	-	-	-	-	-	3	3
		6	0,5	0,5	-	-	-	-	-	2	2,5
		-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,5
	Итого по модулю:		8	6,5	1,5	0	0,5	0,5	-	23,5 / 0,7	
2	2	7	1,5	0,5	1	-	-	-	-	2	3,5
		8	5,5	0,5	2	3	-	-	-	3	8,5
		9	1	-	-	1	-	-	-	5	6
		-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,5
	Итого по модулю:		8	1	3	4	0,5	0,5	-	18,5 / 0,5	
3	3	10	1,5	0,5	1	-	-	-	-	1	2,5
		11	8	1	3	4	-	-	-	5	13
		12	5	1	2	2	-	-	-	3	8
		13	2,5	0,5	2	-	-	-	-	3	5,5
		14	-	-	-	-	-	-	-	2	2
		-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,5
	Итого по модулю:		17	3	8	6	0,5	0,5	-	31,5 / 0,9	
4	4	15	0,5	0,5	-	-	-	-	-	1	1,5
		16	3	0,5	0,5	2	-	-	-	3	6

		17	4	1	1	2	-	-	4	8
4	4	18	3	1	2	-	-	-	2	5
		19	3	-	1	2	-	-	3	6
		20	3	-	1	2	-	-	4	7
		Заключение	0,5	0,5	-	-	-	-	-	0,5
		-	-	-	-	-	0,5	-	-	0,5
	Итого по модулю:		17	3,5	5,5	8	0,5	-	30	34,5 / 0,9
Промежуточная аттестация			-	-	-	-	-	36	-	36 / 1
Всего:			50	14	18	18	2	36	56	144 / 4

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1 Представление элементов электрической сети в переходных процессах
Л – 6,5 часов, ПЗ – 1,5 часа, ЛР – 0 часов, СРС – 15 часа, КСР – 0,5 час

Введение.

Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Предмет и задачи курса, краткое историческое развитие исследований переходных процессов. Виды переходных процессов. Общие вопросы исследований переходных процессов в электроэнергетических системах.

Раздел 1. Представление элементов электрической сети в переходных процессах.

Тема 1. Представление элементов электрических систем в расчётах переходных процессов.

Трансформаторы и автотрансформаторы. Линии электропередачи. Нагрузка, статические характеристики нагрузки. Реакторы. Система электроснабжения.

Тема 2. Общие сведения о синхронных машинах в переходных процессах.

Обобщённый вектор трёхфазной системы. Векторная диаграмма синхронной машины. Постоянные времени синхронной машины.

Тема 3. Индуктивные сопротивления синхронной машины.

Переходные ЭДС и индуктивное сопротивление синхронной машины. Сверхпереходные ЭДС и индуктивное сопротивление синхронной машины.

Тема 4. Уравнения переходного процесса синхронной машины.

Тема 5. Автоматика синхронных машин.

Системы возбуждения и автоматического регулирования тока возбуждения синхронной машины. Гашение магнитного поля синхронной машины.

Тема 6. Представление двигателей в переходных процессах.

Синхронные двигатели в расчётах переходных процессов. Асинхронные двигатели в расчётах переходных процессов. Роль отдельных элементов электрической системы в формировании переходных процессов.

Модуль 2 Симметричные короткие замыкания.

Л – 1 час, ПЗ – 3 часа, ЛР – 4 часа, СРС – 10 часов, КСР – 0,5 час

Раздел 2. Симметричные короткие замыкания.

Тема 7. Общие указания к расчётам токов короткого замыкания.

Основные допущения, принимаемые при расчётах. Составление схем замещения и расчёт их параметров. Система относительных единиц. Приведение параметров схемы к основной (базисной) ступени напряжения. Преобразование схем замещения.

Тема 8. Симметричные переходные процессы.

Трёхфазное КЗ в простейшей цепи, питаемой от шин неизменного напряжения. Наибольшее действующее значение полного тока. Эквивалентная постоянная времени. Расчёт начального сверхпереходного и ударного токов КЗ.

Тема 9. Влияние автоматики генераторов на короткое замыкание.

Трёхфазное КЗ на зажимах генератора без АВР. Трёхфазное КЗ на зажимах генератора с АВР. Установившийся режим КЗ.

Модуль 3 Несимметричные режимы сети.

Л – 3 часа, ПЗ – 8 часов, ЛР – 6 часов, СРС – 14 часов, КСР – 0,5 час

Раздел 3. Несимметричные режимы сети.

Тема 10. Основы несимметричных режимов электрических сетей.

Метод симметричных составляющих. Параметры элементов электрической системы обратной и нулевой последовательностей и схемы их замещения. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей.

Тема 11. Поперечная несимметрия в электрических системах.

Однофазное короткое замыкание. Двухфазное короткое замыкание. Двухфазное короткое замыкание на землю. Алгоритм расчёта тока несимметричного короткого замыкания. Комплексные схемы замещения.

Тема 12. Продольная несимметрия в электрических системах.

Разрыв одной фазы. Разрыв двух фаз. Несимметрия от включения сопротивлений. Алгоритм расчёта однократной продольной несимметрии. Распределение напряжений при разрыве одной фазы.

Тема 13. Переходные процессы в сетях с изолированной нейтралью и в электроустановках до 1 кВ.

Замыкание фазы на землю в сети с изолированной нейтралью. Компенсация ёмкостного тока замыкания фазы на землю. Расчёт токов КЗ в установках до 1000 В.

Тема 14. Ограничение токов короткого замыкания.

Ограничение токов короткого замыкания. Средства ограничения токов КЗ: оптимизация структуры и параметров сети; стационарное или автоматическое деление сети; применение токоограничивающих устройств; оптимизация режима заземления нейтралей в электрических сетях. Координация уровней токов КЗ и параметров электрооборудования.

Модуль 4 Устойчивость электрических систем.

Л – 3,5 часа, ПЗ – 5,5 часов, ЛР – 8 часов, СРС – 17 часов, КСР – 0,5 час

Раздел 4. Устойчивость электрических систем.

Тема 15. Устойчивость электрических систем.

Основные понятия и определения устойчивости. Допущения, принимаемые при анализе устойчивости. Задачи расчёта устойчивости электрических систем.

Тема 16. Статическая устойчивость простейшей системы.

Анализ статической устойчивости простейшей системы. Анализ статической устойчивости схем: эквивалентный генератор – ЛЭП – шины неизменного напряжения; двустороннего питания нагрузки с постоянным сопротивлением; эквивалентный источник питания – узловая точка сети; питание асинхронной нагрузки от мощной ЭЭС; эквивалентный источник, питающий комплексную нагрузку соизмеримой мощности.

Тема 17. Анализ статической устойчивости сложных систем.

Метод малых колебаний. Статическая устойчивость нагрузки. Действительный предел мощности. Статическая устойчивость двигателей нагрузки. Нормативные указания по анализу статической устойчивости. Утяжеление исходного режима энергосистемы.

Тема 18. Анализ динамической устойчивости.

Динамическая устойчивость. Анализ динамической устойчивости простейшей системы графическим методом. Предельный угол отключения КЗ. Анализ трёхфазного КЗ графическим методом.

Тема 19. Динамическая устойчивость сложных систем.

Динамическая устойчивость сложных систем. Динамическая устойчивость двигателей нагрузки. Методические и нормативные указания к расчёту динамической устойчивости. Мероприятия по улучшению устойчивости электрических систем.

Тема 20. Частные случаи устойчивости.

Пуск двигателей. Самозапуск двигателей. Автоматическое повторное включение и автоматическое включение резервного питания. Самовозбуждение асинхронных двигателей во время пуска при применении последовательной ёмкостной компенсации в сети. Влияние системы возбуждения синхронного генератора на характер статической и динамической устойчивости при возмущениях.

Заключение.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	1, 3, 4	Решение задач по разделу «Представление элементов электрической сети в переходных процессах».
2	7, 8	Составление схем замещения и расчёт их параметров. Решение задач по разделу «Симметричные токи короткого замыкания».
3	10, 11, 12, 13	Составление комплексных схем замещения. Решение задач по разделу «Несимметричные режимы сети».
4	16, 17, 18, 19, 20	Решение задач по разделу «Устойчивость электрических систем».

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	7, 8	Исследование симметричного трёхфазного короткого замыкания от сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности. (2 часа)
2	8, 9	Исследование симметричного трёхфазного короткого замыкания от сети, питающейся от синхронного генератора. (2 часа)
3	11	Исследование переходного процесса при несимметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности. (1,5 часа)
4	12	Исследование переходного процесса при обрыве фазы в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности. (2 часа)
5	11, 12	Исследование переходного процесса при обрыве фазы с замыканием на землю в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности. (1,5 часа)
6	16, 17	Снятие угловых характеристик синхронного генератора. (4 часа)
7	19	Анализ процесса потери устойчивости синхронного генератора при медленном его нагружении. (2 часа)
8	20	Определение критического напряжения асинхронного двигателя. (2 часа)

Темы индивидуальных заданий по тематике лабораторных работ

Модуль 2

1) ИЗЛР-1. Исследование симметричного трёхфазного короткого замыкания от сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности. Анализ осциллограмм переходного процесса, выделение периодической и апериодической составляющей тока короткого замыкания, постоянной времени, ударного коэффициента. Подготовка отчёта и ответов на контрольные вопросы.

2) ИЗЛР-2. Исследование симметричного трёхфазного короткого замыкания от сети, питающейся от синхронного генератора. Анализ осциллограмм переходного процесса, выделение периодической и аperiodической составляющей тока короткого замыкания, постоянной времени, ударного коэффициента. Подготовка отчёта и ответов на контрольные вопросы.

Модуль 3

3) ИЗЛР-3. Исследование переходного процесса при несимметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности. Составление векторных диаграмм токов и напряжений данного вида повреждения, полученных экспериментальным путём. Сопоставление экспериментальных данных с теоретическим расчётом. Подготовка отчёта и ответов на контрольные вопросы.

4) ИЗЛР-4. Исследование переходного процесса при обрыве фазы в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности. Составление векторных диаграмм токов и напряжений данного вида повреждения, полученных экспериментальным путём. Сопоставление экспериментальных данных с теоретическим расчётом. Подготовка отчёта и ответов на контрольные вопросы.

5) ИЗЛР-5. Исследование переходного процесса при обрыве фазы с замыканием на землю в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности. Составление векторных диаграмм токов и напряжений данного вида повреждения, полученных экспериментальным путём. Сопоставление экспериментальных данных с теоретическим расчётом. Подготовка отчёта и ответов на контрольные вопросы.

Модуль 4

6) ИЗЛР-6. Снятие угловых характеристик синхронного генератора. Исследование свойств и режимов работы генератора с помощью угловых характеристик. Обработка результатов экспериментов, подготовка отчёта и ответов на контрольные вопросы.

7) ИЗЛР-7. Анализ процесса потери устойчивости синхронного генератора при медленном его нагружении. Анализ осциллограмм переходного процесса. Обработка результатов экспериментов, подготовка отчёта и ответов на контрольные вопросы.

8) ИЗЛР-8. Определение критического напряжения асинхронного двигателя. Обработка результатов экспериментов, подготовка отчёта и ответов на контрольные вопросы.

Типовые темы индивидуальных заданий по модулям дисциплины:

Тема 7.

– ИЗМ-1. Преобразование схем замещения и расчёт их параметров по приведённой схеме сети (1 ч).

Тема 7.

– ИЗМ-1. Расчёт токов трёхфазных коротких замыканий по приведённой схеме сети (2 ч).

Тема 13.

– ИЗМ-2. Расчёт токов несимметричных коротких замыканий по приведённой схеме сети (2 ч)

4.5. Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект не предусмотрен.

4.6. Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.7. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.

5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
2	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
3	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
4	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
5	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
6	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
7	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	1
8	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	2
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
9	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	2
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	2
10	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
11	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	3
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
12	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1

	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	2
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
13	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	2
14	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
15	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-

1	2	3
16	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	2
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
17	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	2
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
18	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	-
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
19	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	2
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
20	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	2
	Индивидуальное задание на выполнение СРС по теме.	-
Итого: в ч / в 3Е		56 / 1,56

5.2 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Модуль 1

Тема №1. Представление элементов электрических систем в расчётах переходных процессов: нагрузка, статические характеристики нагрузки. Реакторы. Система электроснабжения.

Тема №2. Изучение постоянных времени синхронной машины.

Тема №3. Переходные ЭДС и индуктивное сопротивление синхронной машины. Сверхпереходные ЭДС и индуктивное сопротивление синхронной машины.

Тема №4. Анализ вывода уравнения переходного процесса синхронной машины.

Тема №5. Изучение систем автоматического регулирования тока возбуждения синхронной машины. Аппараты гашения магнитного поля синхронной машины.

Тема №6. Асинхронные двигатели в расчётах переходных процессов. Роль отдельных элементов электрической системы в формировании переходных процессов.

Модуль 2

Тема №7. Приведение параметров схемы к основной (базисной) ступени напряжения. Преобразование схем замещения.

Тема №8. Физический смысл эквивалентной постоянной времени. Расчёт начального сверхпереходного и ударного токов КЗ. Причины возникновения ударного тока короткого замыкания.

Тема №9. Влияние автоматики генераторов на короткое замыкание.

Модуль 3

Тема №10. Метод симметричных составляющих. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей.

Тема №11. Двухфазное короткое замыкание. Двухфазное короткое замыкание на землю. Комплексные схемы замещения.

Тема №12. Разрыв двух фаз. Несимметрия от включения сопротивлений. Распределение напряжений при разрыве одной фазы.

Тема №13. Замыкание фазы на землю в сети с изолированной нейтралью. Компенсация ёмкостного тока замыкания фазы на землю. Расчёт токов КЗ в установках до 1000 В.

Тема №14. Средства ограничения токов КЗ. Координация уровней токов КЗ и параметров электрооборудования

Модуль 4

Тема №15. Задачи расчёта устойчивости электрических систем.

Тема №16. Анализ статической устойчивости схем: эквивалентный генератор – ЛЭП – шины неизменного напряжения; двустороннего питания нагрузки с постоянным сопротивлением; эквивалентный источник питания – узловая точка сети; питание асинхронной нагрузки от мощной ЭЭС; эквивалентный источник, питающий комплексную нагрузку соизмеримой мощности.

Тема №17. Статическая устойчивость двигателей нагрузки. Нормативные указания по анализу статической устойчивости. Утяжеление исходного режима энергосистемы.

Тема №18. Предельный угол отключения КЗ. Анализ трёхфазного КЗ графическим методом.

Тема №19. Динамическая устойчивость двигателей нагрузки. Методические и нормативные указания к расчёту динамической устойчивости. Мероприятия по улучшению устойчивости электрических систем.

Тема №20. Самозапуск двигателей. Самовозбуждение асинхронных двигателей во время пуска при применении последовательной ёмкостной компенсации в сети. Влияние системы возбуждения синхронного генератора на характер статической и динамической устойчивости при возмущениях

5.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических и лабораторных занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области проектирования электрических машин, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Проведение лабораторных и практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- Опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции.

6.2 Промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения заданных частей компетенций проводится по результатам выполнения различных индивидуальных заданий по видам самостоятельной работы по дисциплине. Средствами контроля являются индивидуальные задания на выполнение запланированных видов самостоятельной работы и формы представления результатов выполненной работы.

Объектами промежуточного контроля являются компоненты заявленных дисциплинарных частей компетенций. Промежуточный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в течении и по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- Тестовые работы (модуль 1, 2, 3, 4);
- Защита отчётов и индивидуальных заданий по лабораторным работам (модуль 2, 3, 4);
- Защита отчётов по индивидуальным заданиям по модулю (модуль 1, 2, 3, 4).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

6.3.1 Зачёт

Не предусмотрен.

6.3.2 Экзамен

Экзамен по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса, охватывающие разные разделы дисциплины.

К сдаче экзамена допускаются студенты, сдавшие и защитившие отчёты по лабораторным работам и индивидуальным заданиям по модулям и получившие удовлетворительные оценки по результатам промежуточной аттестации.

Экзаменационная оценка проставляется при удовлетворительном устном ответе на вопросы, указанные в экзаменационном билете.

Фонд оценочных средств, включающий типовые задания, контрольные работы и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	ТТ	ТК	ПК	ЛР	Экзамен
1	2	3	4	5	6
Знает:					
– основные законы, теоретические положения и формулы, которые описывают электромеханические и электромагнитные процессы в электрических машинах	+	+	+		+
– физико-электрические основы критериев статической и динамической устойчивости	+	+	+		+
– мероприятия по улучшению устойчивости электроэнергетических систем	+		+		+
– основные законы, теоретические положения и формулы, которые описывают электромеханические и электромагнитные процессы в электрических машинах	+	+	+		+
– проблемы статической и динамической устойчивости	+	+	+		+
– виды коротких замыканий	+	+	+		+
– критерии устойчивости и определение запасов устойчивости	+	+	+		+
– методы и способы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромагнитных свойств, параметров и характеристик устойчивости электроэнергетических систем	+		+		+
– методику практической работы с технологиями и средствами анализа переходных процессов электроэнергетических систем	+		+		+
– схемы электроэнергетических систем и сетей	+	+	+		+
– принципы распределения несимметричных токов и напряжений в сети	+	+	+		+
– методы определения критериев устойчивости переходных процессов	+	+	+		+
– методику составления схем замещения для расчёта переходных процессов	+	+	+		+
– методику использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при эксплуатации электроэнергетических сетей	+	+	+		+
Умеет:					
– применять теоретический аппарат для выявления причины аварийных и нормальных переходных процессов			+	+	
– проводить анализ устойчивости режимов электрических систем			+	+	

1	2	3	4	5	6
– производить практические расчёты различных видов коротких замыканий			+	+	
– проводить анализ устойчивости режимов электрических систем			+	+	
– выделять практические критерии области устойчивых режимов и оценки запасов устойчивости			+	+	
– составлять расчётные схемы замещения для расчёта переходных процессов			+	+	
Владеет:					
– навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости электроэнергетических систем				+	
– навыками применения методики анализа переходных процессов электроэнергетических систем				+	
– навыками использования методов и способов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромагнитных свойств, параметров и характеристик устойчивости электроэнергетических систем				+	
– навыками применения методики практической работы с технологиями и средствами анализа переходных процессов электроэнергетических систем				+	
– навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при эксплуатации электроэнергетических сетей				+	

Примечание:

ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

ТК – текущий контроль в форме устного опроса;

ПК – промежуточный контроль в форме контрольной работы;

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

[illegible]

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.09 Переходные процессы в электроэнергетических системах (полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины)												
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> обязательная по выбору студента </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> </table> базовая часть цикла вариативная часть цикла </td> </tr> </table>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> обязательная по выбору студента	x		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> </table> базовая часть цикла вариативная часть цикла		x						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> обязательная по выбору студента	x		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> </table> базовая часть цикла вариативная часть цикла		x								
x													
x													
13.03.02 (код направления / специальности)	«Электроэнергетика и электротехника», профиль: Электроснабжение (полное название направления подготовки / специальности)												
ЭЭ / ЭС (аббревиатура направления / специальности)	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 10%; border: none;">Уровень подготовки</td> <td style="width: 10%; border: none;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> </td> <td style="width: 40%; border: none;"> специалист бакалавр магистр </td> <td style="width: 10%; border: none;">Форма обучения</td> <td style="width: 10%; border: none;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> </td> <td style="width: 20%; border: none;"> очная заочная очно-заочная </td> </tr> </table>	Уровень подготовки	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table>		x		специалист бакалавр магистр	Форма обучения	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table>	x	x		очная заочная очно-заочная
Уровень подготовки	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table>		x		специалист бакалавр магистр	Форма обучения	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table>	x	x		очная заочная очно-заочная		
x													
x													
x													
2016 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр(ы) <u>6</u>												
	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>25</u>												

- 1) Ромодин Александр Вячеславович, доцент, ЭТФ
кафедра МСА, телефон: 239-18-22
- 2) Ассессоров Юрий Сергеевич, ассистент, ЭТФ
кафедра МСА, телефон: 239-18-22
e-mail: assessorovys@mail.ru

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах : учебное пособие для вузов / В. К. Шабад .— Москва : Академия, 2013 .— 190 с.	4
2	Электрические системы и сети : учебное пособие для вузов / А.В. Лыкин — М. : Логос, 2006 .— 253 с.	49
3	Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов .— Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2010 .— 349 с.	10
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Переходные электромеханические процессы в электрических системах : учебник для вузов / В. А. Веников .— 4-е изд., перераб. и доп .— Москва : Высш. шк., 1985 .— 536 с.	7
2	Электрические системы и сети : учебное пособие для вузов / Г. А. Евдокунин .— Санкт-Петербург : Изд-во Сизова М.П., 2004 .— 304 с.	5
3	Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебное пособие для вузов / С. А. Ульянов .— М. : Энергия, 1970 .— 517 с.	2
4	Переходные процессы в электрических системах / Ю. А. Куликов; Учебное пособие.— Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002 .— 283 с.	3
5	Электрические системы и сети : учебник для вузов / Г. Е. Поспелов, В. Т. Федин, П. В. Лычев ; Под ред. В. Т. Федина .— Минск : Технопринт, 2004 .— 710 с.	19
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используется	
2.4 Официальные издания		
	Не используется	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Основные данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

основная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не предусмотрены.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория автоматизации электрических сетей и электроснабжения	Кафедра МСА	101	37	18

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Лабораторный комплекс для изучения и исследования электроэнергетических сетей	2	Оперативное управление	101

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		