

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

УТВЕРЖДАЮ

Декан энергетического факультета


С.А.Иванова

« 07 » февраля 2018 г.

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.11 ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль – **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск

2018

Рабочая программа дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.09.2015 г. № 955. Программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель: кандидат технических наук, доцент каф. ЭАТП Белов А. В.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»
« 02 » февраля 2018 г. (протокол № 8)

Зав.кафедрой ЭАТП,
доктор технических наук, профессор




В.М.Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией энергетического факультета

« 07 » февраля 2018 г. (протокол № 9)

Председатель методической комиссии энергетического факультета,
кандидат технических наук, доцент



В.А. Захаров

Директор научной библиотеки



Е.Л.Лебедева

Содержание

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1 Цель и задачи дисциплины	4
1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций).....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы.....	5
3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам	5
4. Структура и содержание программы.....	6
4.1 Содержание дисциплины	6
4.2 Содержание лекций	7
4.3 Содержание практических занятий.....	8
4.4. Содержание лабораторных занятий	9
4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся.....	9
5.Фонд оценочных средств для проведения	10
промежуточной аттестации обучающихся.....	10
6. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины	10
7. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	11
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	11
10. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
11. Инновационные формы образовательные технологии	12
ПРИЛОЖЕНИЕ №1	13
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	13
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	23

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

1.1 Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической, монтажно-наладочной, сервисно-эксплуатационной, организационно-управленческой.

Цель дисциплины – сформировать у обучающихся систему знаний по электромеханическим переходным процессам в электроэнергетических системах, необходимых для решения практических задач сельскохозяйственного производства, а также способность участвовать в пусконаладочных работах

Задачи дисциплины

– изучение электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах, устройства элементов электроустановок, операций и порядка проведения пусконаладочных работ.

– формировать умение проводить расчет устойчивости электрических систем, а также проводить пусконаладочные работы электрооборудования,

– формировать навыки расчета устойчивости электрических систем, а также проведения пусконаладочных работ электрооборудования.

1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-13 Способность участвовать в пусконаладочных работах	Обучающийся должен знать: устройство элементов электроустановок, операции и порядок проведения пусконаладочных работ электрооборудования (Б1.В.11-3.1)	Обучающийся должен уметь: Проводить пусконаладочные работы электрооборудования (Б1.В.11-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками проведения пусконаладочных работ электрооборудования (Б1.В.11-Н.1)

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» относится к вариативной части Блока 1 (Б1.В.11) основной профессиональной образовательной программы **академического бакалавриата** по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**, профиль – **Электроснабжение**.

Разделы учебной дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Формируемые компетенции
		Раздел 1
Предыдущие дисциплины		
1	Электрические станции и подстанции	ПК-13
2	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах	ПК-13

Последующие дисциплины отсутствуют.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы (ЗЕТ), 144 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 7 семестре

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Контактная работа (всего)	48
В том числе:	
Лекции (Л)	16
Практические / семинарские занятия (ПЗ / СЗ)	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	16
Самостоятельная работа обучающихся	60
В том числе	
Самостоятельное изучение материала	36
Подготовка к практическим / семинарским занятиям	9
Подготовка к лабораторным и к защите лабораторных работ	9
Контроль	36
Общая трудоемкость	144/4

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего час.	В том числе				
			Аудиторные занятия			СРС	Контроль
			Л	ПР	ЛР		
1	Общие сведения об элек-	6	1	0	0	4	х

	тромеханических процессах в электроэнергетических системах.						
2	Характеристика мощности генератора.	15	2	2	4	8	x
3	Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой.	18	2	2	2	10	x
4	Статическая устойчивость сложных систем.	12	2	2	2	6	x
5	Статическая устойчивость нагрузки.	9	1	2	0	6	x
6	Динамическая устойчивость.	12	2	2	2	6	x
7	Анализ трехфазного КЗ графическим методом.	12	2	2	2	8	x
8	Динамическая устойчивость сложных систем.	12	2	2	2	6	x
9	Мероприятия по улучшению устойчивости электрических систем.	12	2	2	2	6	x
	Контроль	36	0	0	0	0	36
Итого		144	16	16	16	60	36

4. Структура и содержание программы

4.1 Содержание дисциплины

Введение. Общие сведения об электромеханических процессах

Основные понятия и определения устойчивости. Виды устойчивости электрических систем: статическая, динамическая, результирующая. Допущения, принимаемые при анализе устойчивости. Задачи расчета устойчивости электрических систем. Простейшая электрическая система. Схема замещения простейшей электрической системы. Понятие об угле нагрузки генератора.

Характеристика мощности генератора

Уравнение движения ротора генератора. Постоянная инерции генератора. Характеристика мощности явнополюсного генератора без автоматического регулятора возбуждения (АРВ).

Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой.

Расчет мощности, передаваемой от генератора в приемную систему и мощности, получаемой от генератора приемной системой. Собственная и взаимная проводимости цепи. Методы расчета собственной и взаимной проводимостей.

Статическая устойчивость сложных систем.

Определение статической устойчивости сложных систем методом малых колебаний. Составление характеристического уравнения системы. Понятие о критериях устойчивости.

Статическая устойчивость нагрузки

Действительный предел мощности. Регулирующий эффект нагрузки. Статическая устойчивость двигателей нагрузки.

Динамическая устойчивость

Динамическая устойчивость ЭЭС: определение, задачи расчетов, основные допущения. Графический метод анализа динамической устойчивости простейшей системы. Способ площадей

Анализ трехфазного КЗ графическим методом

Дифференциальное уравнение движения ротора генератора при трехфазном КЗ. Решение уравнения. Определение предельного значения угла нагрузки

Динамическая устойчивость сложных систем

Последовательность и основные этапы расчета динамической устойчивости сложных систем. Динамическая устойчивость двигателей нагрузки.

Асинхронные режимы в электрических системах

Причины возникновения асинхронного режима. Работа синхронного генератора после его выпадения из синхронизма.

Мероприятия по улучшению устойчивости электрических систем

Мероприятия, основанные на улучшении параметров элементов электрической системы.

4.2 Содержание лекций

№ п/п	Содержание лекций (7 семестр)	Количество часов
1	Общие сведения об электромеханических процессах в электроэнергетических системах. Основные понятия и определения устойчивости. Виды устойчивости электрических систем: статическая, динамическая, результирующая. Допущения, принимаемые при анализе устойчивости. Задачи расчета устойчивости электрических систем. Простейшая электрическая система. Схема замещения простейшей электрической системы. Понятие об угле нагрузки генератора. Характеристика мощности генератора. Угловая характеристика простейшей системы. Предел передаваемой мощности генератора. Статическая устойчивость простейшей системы. Коэффициент запаса устойчивости простейшей системы по мощности.	1
2	Характеристика мощности генератора. Уравнение движения ротора генератора. Постоянная инерции генератора. Характеристика мощности явнополюсного генератора без автоматического регулятора возбуждения (АРВ). Характеристика мощности генератора с АРВ. Автоматические регуляторы возбуждения пропорционального действия (АРВ ПД) и сильного действия (АРВ СД). Простейшая схема ЭЭС: «генератор – электропередача – шины бесконечной мощности». Векторная диаграмма системы. Выражения для активной и реактивной мощности на шинах генератора.	2
3	Характеристика мощности при сложной связи генератора с системой. Расчет мощности, передаваемой от генератора в приемную систему и мощности, получаемой от генератора приемной системой. Собственная и взаимная проводимости цепи. Методы расчета собственной и взаимной проводимостей. Метод четырехполюсников. Виды пассивных четырехполюсников: Т-образный, П-образный и Г-образный. Приведение схемы замещения электрической системы к нескольким каскадно соединенным четырехполюсникам. Определение коэффициентов четырехполюсников. Определение эквивалентных постоянных каскадно соединенных четырехполюсников. Определение собственных и взаимных проводимостей по коэффициентам четырехполюсника. Метод преобразований.	2
4	Статическая устойчивость сложных систем. Определение статической устойчивости сложных систем методом малых колебаний. Составление характеристического уравнения системы. Понятие о критериях устойчивости. Критерий Гурвица. Критерий Михайлова. Метод Д-разбиения.	2
5	Статическая устойчивость нагрузки. Действительный предел мощно-	1

	сти. Регулирующий эффект нагрузки. Статическая устойчивость двигателей нагрузки. Критерий статической устойчивости двигателя. Влияние сопротивления питающего кабеля на устойчивость работы двигателя. Вторичные критерии устойчивости нагрузки. Запас устойчивости нагрузки по напряжению.	
6	Динамическая устойчивость. Динамическая устойчивость ЭЭС: определение, задачи расчетов, основные допущения. Графический метод анализа динамической устойчивости простейшей системы. Способ площадей, его рассмотрение на примере схемы «станция - шины» при отключении одной цепи двухцепной ЛЭП. Определение предельного угла отключения. Определение запаса динамической устойчивости по соотношению площадей возможного торможения и ускорения. Определение предельного времени отключения трехфазного короткого замыкания в простейшей ЭЭС.	2
7	Анализ трехфазного КЗ графическим методом. Дифференциальное уравнение движения ротора генератора при трехфазном КЗ в цепи. Решение уравнения. Определение предельного значения угла нагрузки, при котором сохраняется устойчивость генератора. Определение предельного времени отключения поврежденного участка, при котором еще сохраняется устойчивость генератора. Методы численного интегрирования нелинейных дифференциальных уравнений. Метод последовательных интервалов – основные допущения, вычислительная схема. Расчет переходного процесса методом последовательных интервалов.	2
8	Динамическая устойчивость сложных систем. Последовательность и основные этапы расчета динамической устойчивости сложных систем. Динамическая устойчивость двигателей нагрузки. Динамическая устойчивость асинхронного двигателя. Динамическая устойчивость синхронного двигателя.	2
9	Мероприятия по улучшению устойчивости электрических систем. Мероприятия, основанные на улучшении параметров элементов электрической системы. Дополнительные устройства для повышения уровня устойчивости. Режимные мероприятия по повышению уровня устойчивости.	2
Итого		16

4.3 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических работ	Количество часов
1	Расчет характеристики мощности и построение угловой характеристики синхронного генератора без АРВ с использованием компьютерной программы Mathcad	2
2	Расчет характеристики мощности и построение угловой характеристики синхронного генератора при сложной связи генератора с системой. с использованием компьютерной программы Mathcad	2
3	Исследование влияния активного сопротивления и зарядной мощности линии электропередачи на статическую устойчивость системы (с использованием компьютерной программы Mathcad)	2
4	Определение статической устойчивости сложных систем. Расчет ЭДС генератора и построение векторной диаграммы простейшей электрической системы	2

5	Определение динамической устойчивости электрических систем. Исследование переходного процесса при трехфазном КЗ в начале одной цепи двухцепной ЛЭП. Расчет коэффициента запаса динамической устойчивости системы.	2
6.	Анализ трехфазного КЗ графическим методом. Исследование переходного процесса при двухфазном на землю КЗ.	2
7	Динамическая устойчивость сложных систем. Расчет предельного времени отключения поврежденного участка (с использованием компьютерной программы Mathcad)	2
8	Расчет и построение переходного процесса методом последовательных интервалов (с использованием компьютерной программы Mathcad). Определение предела синхронного режима (перехода в асинхронный режим).	2
Итого		16

4.4. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Количество часов
1	Исследование синхронного генератора. Снятие характеристики холостого хода и нагрузочной характеристики	2
2	Исследование синхронного генератора. Экспериментальное определение характеристики мощности генератора.	2
3	Исследование синхронного генератора при сложной связи генератора с системой. Определение зависимости характеристики мощности от активного сопротивления линии.	2
4	Оценка статической устойчивости электрической системы с использованием компьютерной программы «Дельта»	2
5	Оценка динамической устойчивости электрической системы с использованием компьютерной программы «Дельта»	2
6	Переходный процесс при симметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от синхронного генератора.	2
7	Исследование процесса потери устойчивости генератора.	2
8	Определение предельного времени отключения короткого замыкания генератора без потери устойчивости системы.	2
Итого		16

4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Самостоятельное изучение материала	42
Подготовка к практическим занятиям	9
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	9
Итого	60

4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Количество часов
1	Общие понятия об электромеханических переходных процессах. Построение характеристики мощности генератора	4
2	Построение характеристики мощности генератора при сложной связи генератора с системой.	8
3	Статическая устойчивость электрических систем. Критерии статической устойчивости.	10
4	Статическая устойчивость сложных систем	6
5	Статическая устойчивость нагрузки..	6
6	Динамическая устойчивость	6
7	Анализ трехфазного КЗ графическим методом.	8
8	Динамическая устойчивость сложных систем	6
9	Мероприятия по улучшению устойчивости систем	6
ИТОГО		60

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине "Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах" [Электронный ресурс] : направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Форма обучения - очная и заочная / сост.: А. В. Белов, Ю. П. Ильин ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 40 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 11-12 (20 назв.) .— 0,5 МВ .— [Доступ из локальной сети:](http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/17.pdf) <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/17.pdf>

2. Белов, А. В. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Расчет устойчивости электрических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В. Коровин ; ЧГАА .— Челябинск: ЧГАА, 2012 .— 214 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 171-172 (17 назв.) .— 2 МВ .— ISBN 978-5-88156-637-1 .— [Доступ из локальной сети](http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/15.pdf) <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/15.pdf> .— [Доступ из сети Интернет](http://188.43.29.221:8080/webdocs/esh/15.pdf) <http://188.43.29.221:8080/webdocs/esh/15.pdf>.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Основная литература

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст]: учебник для вузов / И. П. Крючков [и др.]; под ред. И. П. Крючкова - М.: МЭИ, 2009 - 416 с.

2. Шабад В. К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст]: учебное пособие / В. К. Шабад - М.: Академия, 2013 - 192 с.

Дополнительная литература

1. Гамазин С. И. Переходные процессы в системах электроснабжения с электродвигательной нагрузкой [Текст] / Ред. Б. И. Кудрин - Алма-Ата: Гылым, - 302 с.
2. Ктитров С. В. Расчет установившихся режимов и переходных процессов в нелинейных системах [Электронный ресурс] / С. В. Ктитров; Ю. Ю. Шумилов - Москва: МИФИ, 2008 - 208 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231566>.
3. Лещинская Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст] / Т. Б. Лещинская, И. В. Наумов - М.: КолосС, 2008 - 655 с.
4. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования [Текст]: учебное пособие / И. П. Крючков [и др.] ; под ред. И. П. Крюčkова, В. А. Старшинова - М.: Академия, 2006 - 416 с.

Периодические издания:

1. «Промышленная энергетика»
2. «Новости ЭлектроТехники»
3. «АПК России».

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Белов, А. В. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Расчет устойчивости электрических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В. Коровин ; ЧГАА .— Челябинск: ЧГАА, 2012 .— 214 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 171-172 (17 назв.) .— 2 МВ .— ISBN 978-5-88156-637-1 .— Доступ из сети Интернет:

<http://188.43.29.221:8080/webdocs/esh/15.pdf>

2. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине "Электроэнергетические переходные процессы в электроэнергетических системах" [Электронный ресурс] : направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Форма обучения - очная и заочная / сост.: А. В. Белов, Ю. П. Ильин ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 40 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 11-12 (20 назв.) .— 0,5 МВ .— Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/17.pdf>

10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);

- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение: Kompas, AutoCad, MathCad.

В учебном процессе используются:

1. Интерактивная доска с прилагаемым компьютером для демонстрации учебных фильмов, иллюстраций, плакатов, презентаций и т.д.
2. Комплект электронных иллюстраций к курсу.
3. Учебные стенды.

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Перечень учебных лабораторий кафедры ЭАТП:

1. Ауд. 105э – Лаборатория релейной защиты
2. Ауд. 108э – Лаборатория инновационных технологий
3. Ауд. 115э – Лаборатория электрооборудования
Ауд. 109э – Компьютерный класс

Лабораторные стенды:

1. Специализированный стенд для исследования переходных процессов в электрических системах – 2 шт.
2. Стенд для исследования несимметричных коротких замыканий.

11. Инновационные формы образовательные технологии

Формы \ Вид	Лекции	ЛЗ	ПЗ/СЗ
Компьютерные симуляции	-	+	-
Анализ конкретных ситуаций	+	-	+
Конференции	-	-	+

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

по дисциплине

Б1.В.11 Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах»

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль – **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск

2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП....	15
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций...	15
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	16
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	16
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	16
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	16
4.1.2. Отчет по лабораторной работе.....	17
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	18
4.2.1. Экзамен	18

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе

Контролируемые Результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-13 Способность участвовать в пуско- наладочных ра- ботах	Обучающийся должен знать: устройство элементов электроустановок, опе- рации и порядок прове- дения пусконаладочных работ электрооборудо- вания. – (Б1.В.11-3.1)	Обучающийся должен уметь: проводить пусконала- дочные работы элек- трооборудования. – (Б1.В.11-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками проведения пусконаладочных ра- бот электрооборудо- вания. – (Б1.В.11-Н.1)

2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уро- вень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.11-3.1	Обучающийся не знает устройство эле- ментов элект- роустановок, операции и по- рядок проведе- ния пусконала- дочных работ электрооборудо- вания.	Обучающийся слабо знает устройство эле- ментов электр- установок, опера- ции и порядок проведения пуско- наладочных работ электрооборудо- вания.	Обучающийся с незначительными ошибками и от- дельными пробле- мами знает устрой- ство элементов электроустановок, операции и поря- док проведения пусконаладочных работ электрообо- рудования.	Обучающийся с требуемой степе- нью полноты и точности знает устройство эле- ментов электр- установок, опера- ции и порядок проведения пуско- наладочных работ электрооборудо- вания.
Б1.В.11-У.1	Обучающийся не умеет проводить пусконаладоч- ные работы элек- трооборудования	Обучающийся слабо умеет про- водить пусконала- дочные работы электрооборудо- вания	Обучающийся умеет с незначи- тельными затруд- нениями прово- дить пусконала- дочные работы электрооборудо- вания	Обучающийся умеет проводить пусконаладочные работы электр- оборудования
Б1.В.11-Н.1	Обучающийся не владеет навыка- ми проведения пусконаладоч- ных работ	Обучающийся слабо владеет навыками прове- дения пусконала- дочных работ	Обучающийся с небольшими за- труднениями вла- деет навыками проведения пуско- наладочных работ	Обучающийся свободно владеет навыками прове- дения пусконала- дочных работ

3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Учебно-методические разработки имеются на кафедре ЭАТП, в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Белов, А. В. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Расчет устойчивости электрических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Белов, Ю. В. Коровин ; ЧГАА .— Челябинск: ЧГАА, 2012 .— 214 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 171-172 (17 назв.) .— 2 МВ .— ISBN 978-5-88156-637-1 .— Доступ из сети Интернет:

<http://188.43.29.221:8080/webdocs/esh/15.pdf>

2. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине "Электроэнергетические переходные процессы в электроэнергетических системах" [Электронный ресурс] : направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Форма обучения - очная и заочная / сост.: А. В. Белов, Ю. П. Ильин ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 40 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 11-12 (20 назв.) .— 0,5 МВ .— [Доступ из локальной сети:](http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/17.pdf)

<http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/17.pdf>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1. Оценочные средства при проведении текущего контроля успеваемости

4.1.1. Устный ответ на практическом занятии

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и/или темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none">- обучающийся полно усвоил учебный материал;- показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией;- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;- демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности;- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none">- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;

	- в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов; - выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание отчета и критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета. Отчет оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено».

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	- изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать физические законы, явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обуча-

ющемся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более пятнадцати на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена студент выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого

обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (ЮУрГАУ-П-02-66/02-16 от 26.10.2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся полно усвоил учебный материал; - показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией; - проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов; - демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности; - показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; - демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> - ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие содержание ответа; - в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов; - выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.

<p>Оценка 2 (неудовлетворительно)</p>	<p>- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</p>
---	--

Вопросы к экзамену

7 семестр

1. Что такое статическая, динамическая и результирующая устойчивость? Чем вызвано такое деление?
2. Допущения, принимаемые при расчете устойчивости. Задачи расчета статической и динамической устойчивости систем.
3. Схема замещения простейшей электрической системы (Генератор – трансформатор – ЛЭП – шины постоянного напряжения) и её векторная диаграмма. Характеристика мощности простейшей системы
4. Угловая характеристика простейшей СЭС. Физический смысл угла нагрузки.
5. Определение ЭДС генератора с использованием комплексных величин (U , I , $x_{дΣ}$) или скалярных. Определение комплекса тока по известному значению комплексов мощности и напряжения.
6. Идеальный предел передаваемой мощности. Коэффициент запаса статической устойчивости системы по мощности.
7. Пассивные четырехполюсники. Собственные и взаимные проводимости. Основные соотношения.
8. Определение коэффициентов четырехполюсника. Т-образный пассивный четырехполюсник. Основные соотношения.
9. Последовательное соединение четырехполюсников. Определение проводимостей схемы по коэффициентам четырехполюсника
10. Статическая устойчивость простейшей системы. Условия выпадения из синхронизма. Критерий статической устойчивости простейшей электрической системы.
11. Механическая постоянная генератора. Уравнение движения ротора генератора.
12. Характеристика мощности генератора с регулятором тока возбуждения. Внешняя характеристика генератора
13. Регуляторы тока возбуждения генератора АРВ ПД и АРВ СД. Их принцип действия и основные отличия.
14. Представление в схеме замещения генератора без АРВ, генератора, снабженного АРВ ПД и генератора, снабженного АРВ СД.
15. Характеристика мощности генератора при сложной связи генератора и приемной системы.
16. Определение собственных и взаимных проводимостей системы. Способ пассивных четырехполюсников. Способ преобразований.
17. Характеристика мощности явнополюсного генератора.
18. Действительный предел мощности генератора. Построение реальной внешней характеристики. Влияние снижения напряжения на статическую устойчивость
19. Статическая устойчивость двигателей нагрузки. Критерий статической устойчивости двигателей. Вторичные критерии устойчивости двигателей нагрузки.

20. Анализ статической устойчивости системы методом малых колебаний.
21. Динамическая устойчивость. Определение. Общие понятия и принципы анализа СЭС на динамическую устойчивость
22. Анализ динамической устойчивости методом площадей. Условие динамической устойчивости. Коэффициент запаса динамической устойчивости.
23. Анализ динамической устойчивости при трехфазном КЗ на линии
24. Анализ динамической устойчивости при двухфазном на землю КЗ на линии
25. Предельный угол отключения короткого замыкания
26. Метод последовательных интервалов
27. Трехфазное КЗ в сложной система (с двумя генераторами). Порядок расчета при анализе динамической устойчивости.
28. Двухфазное КЗ на землю в сложной системе (с двумя генераторами). Порядок расчета при анализе динамической устойчивости.
29. Схемы замещения линии электропередачи.
30. Активное сопротивление линии электропередачи. Его влияние на устойчивость системы.
31. Индуктивное сопротивление линии электропередачи. Его влияние на устойчивость системы.
32. Параметры ЛЭП с расщепленной фазой. Влияние длины ЛЭП на устойчивость системы.
33. Что такое параметры режима и параметры СЭС?
34. Для чего необходимо рассчитывать переходные процессы?
35. Каковы причины появления электромеханических переходных процессов и их возможные последствия?
36. Какие схемы замещения генераторов используются в расчетах устойчивости?
37. Как формулируется критерий статической устойчивости в общем виде?
38. С какой целью выполняется исследование статической устойчивости СЭС?
39. Как формулируются особенности исследования динамической устойчивости СЭС при различных видах КЗ?
40. Какой режим генератора называется асинхронным?
41. Каково содержание оценки статической устойчивости СЭС по практическим показателям?
42. Как определить предельные углы и время отключения КЗ?
43. Каковы особенности анализа динамической устойчивости СЭС при наличии нескольких источников?
44. Каково влияние АРВ синхронных генераторов на устойчивость СЭС?
45. Каковы мероприятия по повышению устойчивости СЭС?
46. Как влияет продолжительность КЗ на динамическую устойчивость СЭС?
47. Как влияет реактивная мощность на статическую и динамическую устойчивость СЭС?
33. Что такое параметры режима и параметры СЭС?
34. Для чего необходимо рассчитывать переходные процессы?
35. Каковы причины появления электромеханических переходных процессов и их возможные последствия?
36. Какие схемы замещения генераторов используются в расчетах устойчивости?
37. Как формулируется критерий статической устойчивости в общем виде?
38. С какой целью выполняется исследование статической устойчивости СЭС?
39. Как формулируются особенности исследования динамической устойчивости СЭС при различных видах КЗ?
40. Какой режим генератора называется асинхронным?
41. Каково содержание оценки статической устойчивости СЭС по практическим показателям?
42. Как определить предельные углы и время отключения КЗ?
43. Каковы особенности анализа динамической устойчивости СЭС при наличии нескольких источников?

44. Каково влияние АРВ синхронных генераторов на устойчивость СЭС?
45. Каковы мероприятия по повышению устойчивости СЭС?
46. Как влияет продолжительность КЗ на динамическую устойчивость СЭС?
47. Как влияет реактивная мощность на статическую и динамическую устойчивость СЭС?

