



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и  
электроники

\_\_\_\_\_ Ившин И.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитные и электромеханические переходные процессы при расчете  
режимных параметров

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность(и) (профиль(и)) 13.03.02 Электроэнергетические системы и сети

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Программу разработал(и):

Доцент, К.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ Хузяшев Р.Г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроэнергетические системы и сети, протокол №1 от 01.01.2020

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Максимов В.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Электроэнергетические системы и сети, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Максимов В.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Электроэнергетики и электроники, протокол № 1 от 01.01.2020

Зам. директора института Электроэнергетики и электроники \_\_\_\_\_  
/ \_\_\_\_\_ /

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики и электроники  
протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Электромагнитные и электромеханические переходные процессы при расчете режимных параметров» является изучение переходных процессов для представления причин их возникновения, физической сущности процессов, предвидения протекания процессов и управления ими.

Привить обучающимся навыки исследований электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах с учетом вращающихся машин, а также навыки расчетов величин при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях (КЗ).

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-2.2 Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования	<i>Знать:</i> режимы работы электроэнергетических установок специфику работы электроэнергетического оборудования и систем методы расчета режимов работы электроэнергетического оборудования и систем электроснабжения <i>Уметь:</i> определять состав оборудования электроэнергетических объектов и его параметры рассчитывать характеристики различных режимов работы электрооборудования и электроэнергетических систем <i>Владеть:</i> навыками расчета режимов электроэнергетического оборудования и систем методами математического моделирования работы электроэнергетического оборудования и систем с использованием программных средств

<p>ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-1.4 Определяет параметры оборудования объектов электроэнергетических систем и сетей</p>	<p><i>Знать:</i>  классификацию электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем  алгоритм использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах  методы моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС); составлять схемы замещения элементов электрических сетей; методы анализа установившихся и электромагнитных переходных процессов в электрических сетях и системах электроснабжения при коротком замыкании, обрыве.  методы расчета электромагнитных переходных процессов, методы по улучшению качества электромагнитного переходного процесса в ЭЭС</p> <p><i>Уметь:</i>  использовать классификацию электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем  использовать алгоритмы расчета основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах  использовать методы моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).  использовать методы расчета электромагнитных переходных процессов.</p> <p><i>Владеть:</i>  навыками формализации задач различных этапов расчета с классификацией электромеханических переходных процессов и простейших моделей основных типов электроэнергетических систем.  навыками использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем и основных мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах.  навыками моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).  навыками расчета электромагнитных переходных процессов.</p>
--	---	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Электромагнитные и электромеханические переходные процессы при расчете режимных параметров относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-3		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-4		Производственная практика (преддипломная) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-5		Производственная практика (преддипломная) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-6		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-7		Производственная практика (преддипломная) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-8		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3	Электроэнергетические системы и сети Теоретические основы электротехники Электромагнитная совместимость	
ОПК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ПК-1		<p>Производственная практика (преддипломная)</p> <p>Проектирование электрических сетей и оборудования подстанций сверхвысокого напряжения</p> <p>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</p> <p>Основы проектирования подстанций, линий электропередачи с учетом нормативных требований</p>
ПК-2		<p>Производственная практика (преддипломная)</p> <p>Технический контроль, обслуживание, ремонт и монтаж электрооборудования и линий электропередачи</p> <p>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</p> <p>Математические методы расчета режимов работы воздушных линий электроустановок энергетического оборудования подстанции при техническом обслуживании и ремонте</p> <p>Деятельность по обслуживанию и ремонту воздушных кабельных линий и подстанций электроэнергетических систем и сетей</p>

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- методы расчета установившихся режимных параметров;
- компьютерные программы расчета установившихся параметров режима;
- алгоритм использования основных законов механики и движения тела;
- простейшие модели основных типов электроэнергетических систем;
- влияние различных аварийных режимов на параметры режима электроэнергетических систем;
- основные мероприятия по оптимизации параметров режима;
- источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по моделированию параметров режима в электроэнергетических системах.

Уметь:

- выслушивать членов команды и стремиться их понять;
  - согласовывать свою деятельность с коллегами и вносить вклад в общее дело;
  - самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи;
  - использовать программы расчетов параметров аварийных режимов ;
  - осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы ;
- предлагать мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах.

Владеть:

- навыками дискуссии по профессиональной тематике;
- терминологией в области переходных процессов;
- программными продуктами для подготовки презентаций;
- навыками поиска информации о параметрах системы;
- навыками применения полученной информации при расчете устойчивости электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 45 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 32 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 28 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		р
		7
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108	108

КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	43	45
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Лабораторные занятия (Лаб)	16	16
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	28	28
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
Раздел 1. Классификация электромеханических переходных процессов															

1. Введение в учение об электромеханических переходных процессах в электрических системах. Классификация электромеханических переходных процессов. Простейшая электрическая система и ее схема замещения. Основные характеристики главных элементов простейшей электрических систем. Нормативы на режимные параметры электроэнергетических систем.	7	4				2				6		Л1.1, Л2.1			
--	---	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	---------------	--	--	--

Раздел 2. Автономная электроэнергетическая система

2. Схема и уравнения описывающие автономную электроэнергетическую систему. Зависимости режимных параметров от параметров системы автономной электроэнергетической системы. Связь величин внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки автономной электроэнергетической системы.	7	4				2				6		Л1.1, Л2.2, Л1.2, Л2.3			
---	---	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	---------------------------------	--	--	--

Раздел 3. Простейшая модель объединенной электроэнергетической системы

<p>3. Схема и уравнения описывающие объединенную электроэнергетическую систему. Зависимости режимных параметров от параметров системы автономной электроэнергетической системы. Связь величины активной мощности вырабатываемой генератором от угла системы. Метод наложения.</p>	7	6			2					8		Л1.1, Л2.1				
<p>Раздел 4. Устойчивость электроэнергетических систем</p>																
<p>4. Статическая устойчивость электрической системы. Практические критерии устойчивости. Прямой критерий устойчивости, косвенные критерии статической устойчивости. Динамическая устойчивость электрической системы. Анализ протекания процессов во времени при больших возмущениях и малых изменениях скорости.</p>	7	2		4	2					8		Л1.1, Л2.1				
<p>Раздел 5. Энергетические соотношения, характеризующие движения ротора генератора. Способ площадей и критерий устойчивости.</p>																

5. Понятие о балансе вырабатываемой и потребляемой электроэнергии. Оценка потенциальной и кинетической энергии накапливаемой ротором генератора. Критическая величина угла системы	7	8				2					10		Л1.1, Л2.1				
--	---	---	--	--	--	---	--	--	--	--	----	--	---------------	--	--	--	--

Раздел 6. Предельный угол отключения короткого замыкания

6. Понятие о балансе вырабатываемой и потребляемой электроэнергии. Оценка потенциальной и кинетической энергии накапливаемой ротором генератора. Критическая величина угла системы	7	6		4		2					12		Л1.1, Л2.1				
--	---	---	--	---	--	---	--	--	--	--	----	--	---------------	--	--	--	--

Раздел 7. Метод последовательных интервалов.

7. Понятие о уравнении Ньютона при рассмотрении движения ротора генератора. Сила, скорость и ускорение при рассмотрении вращения ротора генератора. Уравнения равноускоренного движения. Приближенное решение дифференциального уравнения движения ротора генератора.	7	2		5		2					9		Л1.1, Л2.1				
---	---	---	--	---	--	---	--	--	--	--	---	--	---------------	--	--	--	--

Раздел 8. Метод малых колебаний

8. Понятие о уравнении Ньютона при рассмотрении движения ротора генератора. Сила, скорость и ускорение при рассмотрении вращения ротора генератора. Приближенное решение дифференциального уравнения движения ротора генератора.	7	2		5							7		Л1.1, Л2.1			
Раздел 9. Регулирование возбуждения и скорости агрегатов электрической системы																
9. Классификация систем регулирования. Пропорциональное регулирование. Сильное регулирование	7	2									2		Л1.1, Л2.1			
Раздел 10. Применение способа площадей при анализе действия автоматического регулирования																
10. Зависимость угловой характеристики от изменяющегося возбуждения. Соблюдение баланса кинетической и потенциальных энергий вращения ротора генератора.	7															
Раздел 11. Характеристики асинхронных двигателей																

<p>11. Схема замещения асинхронного двигателя. Математическая связь системных и режимных параметров асинхронного двигателя. Связь скольжения и устойчивости асинхронного двигателя</p>	7														
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Раздел 12. Переходные процессы в узлах нагрузки

<p>12. Лавина напряжения. Критерии устойчивости асинхронного двигателя. Связь скольжения и устойчивости асинхронного двигателя.</p>	7														
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Раздел 13. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходного процесса

13. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах. Улучшение характеристик основных элементов в электрической системе. Мероприятия по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости. Мероприятия режимного характера, направленные на улучшение надежности работы системы в целом.	7													
Раздел 14. Зачет														
14. Зачет	7				4				4					
<b>ИТОГО</b>		36		18		18		35		107				

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Классификация электромеханических переходных процессов	4
2	Автономная электроэнергетическая система	4
3	Простейшая модель объединенной электроэнергетической системы	6
4	Устойчивость электроэнергетических систем	2
5	Энергетические соотношения, характеризующие движения ротора генератора. Способ площадей и критерий устойчивости	8
6	Предельный угол отключения короткого замыкания	6
7	Метод последовательных интервалов	2
8	Метод малых колебаний	2
9	Регулирование возбуждения и скорости агрегатов электрической системы.	2

Всего

36

### 3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Устойчивость электроэнергетических систем	4
2	Предельный угол отключения короткого замыкания	4
3	Метод последовательных интервалов	5
4	Метод малых колебаний	5
Всего		18

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Классификация электромеханических переходных процессов	Основные характеристики главных элементов простейшей электрических систем. Нормативы на режимные параметры электроэнергетических систем.	2
2	Автономная электроэнергетическая система	Схема и уравнения описывающие автономную электроэнергетическую систему. Зависимости режимных параметров от параметров системы автономной электроэнергетической системы.	2
3	Простейшая модель объединенной электроэнергетической системы	Схема и уравнения описывающие объединенную электроэнергетическую систему. Зависимости режимных параметров от параметров системы автономной электроэнергетической системы.	2
4	Устойчивость электроэнергетических систем	Анализ протекания процессов во времени при больших возмущениях и малых изменениях скорости.	2

5	Энергетические соотношения, характеризующие движения ротора генератора. Способ площадей и критерий устойчивости	Оценка потенциальной и кинетической энергии накапливаемой ротором генератора. Критическая величина угла системы.	2
6	Предельный угол отключения короткого замыкания	Понятие о балансе вырабатываемой и потребляемой электроэнергии.	2
7	Метод последовательных интервалов	Понятие о уравнении Ньютона при рассмотрении движения ротора генератора. Сила, скорость и ускорение при рассмотрении вращения ротора генератора. Уравнения равноускоренного движения. Приближенное решение дифференциального уравнения движения ротора генератора.	2
8	Зачет	Письменный зачет	4
Всего			18

## 4. Образовательные технологии

### 1. Классификация электромеханических переходных процессов

Введение в учение об электромеханических переходных процессах в электрических системах. Классификация электромеханических переходных процессов. Простейшая электрическая система и ее схема замещения. Основные характеристики главных элементов простейшей электрических систем. Нормативы на режимные параметры электроэнергетических систем.

### 2. Автономная электроэнергетическая система

Схема и уравнения описывающие автономную электроэнергетическую систему. Зависимости режимных параметров от параметров системы автономной электроэнергетической системы. Связь величин внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки автономной электроэнергетической системы.

### 3. Простейшая модель объединенной электроэнергетической системы

Схема и уравнения описывающие объединенную электроэнергетическую систему. Зависимости режимных параметров от параметров системы автономной электроэнергетической системы. Связь величины активной мощности вырабатываемой генератором от угла системы. Метод наложения.

### 4. Устойчивость электроэнергетических систем

Статическая устойчивость электрической системы. Практические критерии устойчивости. Прямой критерий устойчивости, косвенные критерии статической устойчивости. Динамическая устойчивость электрической системы. Анализ протекания процессов во времени при больших возмущениях и малых изменениях скорости.

### 5. Энергетические соотношения, характеризующие движения ротора генератора. Способ площадей и критерий устойчивости.

Понятие о балансе вырабатываемой и потребляемой электроэнергии. Оценка потенциальной и кинетической энергии накапливаемой ротором генератора. Критическая величина угла системы.

### 6. Предельный угол отключения короткого замыкания

Понятие о балансе вырабатываемой и потребляемой электроэнергии. Оценка потенциальной и кинетической энергии накапливаемой ротором генератора. Критическая величина угла системы.

### 7. Метод последовательных интервалов.

Понятие о уравнении Ньютона при рассмотрении движения ротора генератора. Сила, скорость и ускорение при рассмотрении вращения ротора генератора. Уравнения равноускоренного движения. Приближенное решение дифференциального уравнения движения ротора генератора.

### 8. Метод малых колебаний.

Понятие о уравнении Ньютона при рассмотрении движения ротора генератора. Сила, скорость и ускорение при рассмотрении вращения ротора генератора. Приближенное решение дифференциального уравнения

движения ротора генератора.

9. Регулирование возбуждения и скорости агрегатов электрической системы.

Классификация систем регулирования. Пропорциональное регулирование. Сильное регулирование.

10. Применение способа площадей при анализе действия автоматического регулирования.

Зависимость угловой характеристики от изменяющегося возбуждения.

Соблюдение баланса кинетической и потенциальных энергий вращения ротора генератора.

11. Характеристики асинхронных двигателей

Схема замещения асинхронного двигателя. Математическая связь системных и режимных параметров асинхронного двигателя. Связь скольжения и устойчивости асинхронного двигателя.

12. Переходные процессы в узлах нагрузки

Лавина напряжения. Критерии устойчивости асинхронного двигателя.

Связь скольжения и устойчивости асинхронного двигателя.

13. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходного процесса

Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах. Улучшение характеристик основных элементов в электрической системе. Мероприятия по уменьшению токов КЗ и повышению устойчивости. Мероприятия режимного характера, направленные на улучшение надежности работы системы в целом.

## 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок

Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
ПК-1	ПК-	Знать	зачтено			не зачтено

		классификацию электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем	Сформированные систематические знания классификаций электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания классификаций электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем	Неполные знания классификаций электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем	Фрагментарные знания классификаций электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем
1.4		алгоритм использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	Сформированные систематические знания алгоритмов использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания алгоритмов использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	Неполные знания алгоритмов использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	Фрагментарные знания алгоритмов использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах

		<p>методы моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС); составлять схемы замещения элементов электрических сетей; методы анализа установившихся и электромагнитных переходных процессов в электрических сетях и системах электроснабжения при коротком замыкании, обрыве.</p>	<p>Сформированные систематические знания методов моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС); составлять схемы замещения элементов электрических сетей; методы анализа установившихся и электромагнитных переходных процессов в электрических сетях и системах электроснабжения при коротком замыкании, обрыве.</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС); составлять схемы замещения элементов электрических сетей; методы анализа установившихся и электромагнитных переходных процессов в электрических сетях и системах электроснабжения при коротком замыкании, обрыве.</p>	<p>Неполные знания методов моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС); составлять схемы замещения элементов электрических сетей; методы анализа установившихся и электромагнитных переходных процессов в электрических сетях и системах электроснабжения при коротком замыкании, обрыве.</p>	<p>Фрагментарные знания методов моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС); составлять схемы замещения элементов электрических сетей; методы анализа установившихся и электромагнитных переходных процессов в электрических сетях и системах электроснабжения при коротком замыкании, обрыве.</p>
		<p>методы расчета электромагнитных переходных процессов, методы по улучшению качества электромагнитного переходного процесса в ЭЭС</p>	<p>Сформированные систематические знания методов расчета электромагнитных переходных процессов, методы по улучшению качества электромагнитного переходного процесса в ЭЭС</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов расчета электромагнитных переходных процессов, методы по улучшению качества электромагнитного переходного процесса в ЭЭС</p>	<p>Неполные знания методов расчета электромагнитных переходных процессов, методы по улучшению качества электромагнитного переходного процесса в ЭЭС</p>	<p>Фрагментарные знания методов расчета электромагнитных переходных процессов, методы по улучшению качества электромагнитного переходного процесса в ЭЭС</p>
	Уметь					

		использовать классификацию электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем	Успешное и систематическое умение использовать классификацию электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать классификацию электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем	В целом успешное, но не систематическое умение использовать классификацию электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем	Частично освоенное умение использовать классификацию электромеханических переходных процессов, простейшие модели основных типов электроэнергетических систем
		использовать алгоритмы расчета основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	Успешное и систематическое умение использовать алгоритмы расчета основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать алгоритмы расчета основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	В целом успешное, но не систематическое умение использовать алгоритмы расчета основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах	Частично освоенное умение использовать алгоритмы расчета основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем, основные мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах

		использовать методы моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).	Успешное и систематическое умение использовать методы моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать методы моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).	В целом успешное, но не систематическое умение использовать методы моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).	Частично освоенное умение использовать методы моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).
		использовать методы расчета электромагнитных переходных процессов.	Успешное и систематическое умение использовать методы расчета электромагнитных переходных процессов.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать методы расчета электромагнитных переходных процессов.	В целом успешное, но не систематическое умение использовать методы расчета электромагнитных переходных процессов.	Частично освоенное умение использовать методы расчета электромагнитных переходных процессов.
Владеть						
		навыками формализации задач различных этапов расчета с классификацией электромеханических переходных процессов и простейших моделей основных типов электроэнергетических систем.	Успешное и систематическое применение навыков формализации задач различных этапов расчета с классификацией электромеханических переходных процессов и простейших моделей основных типов электроэнергетических систем.	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков формализации задач различных этапов расчета с классификацией электромеханических переходных процессов и простейших моделей основных типов электроэнергетических систем.	В целом успешное, но не систематическое применение навыков формализации задач различных этапов расчета с классификацией электромеханических переходных процессов и простейших моделей основных типов электроэнергетических систем.	Фрагментарное применение навыков формализации задач различных этапов расчета с классификацией электромеханических переходных процессов и простейших моделей основных типов электроэнергетических систем.

		<p>навыками использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем и основных мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах.</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем и основных мероприятий по улучшению качества переходных процессов в электрических системах.</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем и основных мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах.</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем и основных мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах.</p>	<p>Фрагментарное применение навыков использования основных методов оценки устойчивости электроэнергетических систем и основных мероприятий по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в электрических системах.</p>
		<p>навыками моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).</p>	<p>Фрагментарное применение навыков моделирования объектов электроэнергетических систем (ЭЭС).</p>
		<p>навыками расчета электромагнитных переходных процессов.</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков расчета электромагнитных переходных процессов.</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков расчета электромагнитных переходных процессов.</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков расчета электромагнитных переходных процессов.</p>	<p>Фрагментарное применение навыков расчета электромагнитных переходных процессов.</p>
ПК-2	ПК-	Знать				

	2.2	режимы работы электроэнергетических установок	Сформированные систематические знания режимов работы электроэнергетических установок	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания режимов работы электроэнергетических установок	Неполные знания режимов работы электроэнергетических установок	Фрагментарные знания режимов работы электроэнергетических установок	
		специфику работы электроэнергетического оборудования и систем	Сформированные систематические знания специфики работы электроэнергетического оборудования и систем	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания специфики работы электроэнергетического оборудования и систем	Неполные знания специфики работы электроэнергетического оборудования и систем	Фрагментарные знания специфики работы электроэнергетического оборудования и систем	
		методы расчета режимов работы электроэнергетического оборудования и систем электроснабжения	Сформированные систематические знания методов расчета режимов работы электроэнергетического оборудования и систем электроснабжения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов расчета режимов работы электроэнергетического оборудования и систем электроснабжения	Неполные знания методов расчета режимов работы электроэнергетического оборудования и систем электроснабжения	Фрагментарные знания методов расчета режимов работы электроэнергетического оборудования и систем электроснабжения	
		Уметь					
		определять состав оборудования электроэнергетических объектов и его параметры	Успешное и систематическое умение определять состав оборудования электроэнергетических объектов и его параметры	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять состав оборудования электроэнергетических объектов и его параметры	В целом успешное, но не систематическое умение определять состав оборудования электроэнергетических объектов и его параметры	Частично освоенное умение определять состав оборудования электроэнергетических объектов и его параметры	

		рассчитывать характеристики различных режимов работы электрооборудования и электроэнергетических систем	Успешное и систематическое умение рассчитывать характеристик и различных режимов работы электрооборудования и электроэнергетических систем	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение рассчитывать характеристик и различных режимов работы электрооборудования и электроэнергетических систем	В целом успешное, но не систематическое умение рассчитывать характеристик и различных режимов работы электрооборудования и электроэнергетических систем	Частично освоенное умение рассчитывать характеристик и различных режимов работы электрооборудования и электроэнергетических систем
Владеть						
		навыками расчета режимов электроэнергетического оборудования и систем	Успешное и систематическое применение навыков расчета режимов электроэнергетического оборудования и систем	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков расчета режимов электроэнергетического оборудования и систем	В целом успешное, но не систематическое применение навыков расчета режимов электроэнергетического оборудования и систем	Фрагментарное применение навыков расчета режимов электроэнергетического оборудования и систем
		методами математического моделирования работы электроэнергетического оборудования и систем использованием программных средств	Успешное и систематическое применение методов математического моделирования работы электроэнергетического оборудования и систем использование программных средств	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение методов математического моделирования работы электроэнергетического оборудования и систем использование программных средств	В целом успешное, но не систематическое применение методов математического моделирования работы электроэнергетического оборудования и систем использование программных средств	Фрагментарное применение методов математического моделирования работы электроэнергетического оборудования и систем использование программных средств

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Веников В. А.	Электрические системы. Кибернетика и электрических систем	учебник для вузов	М.: Высш. шк.	1974		22
2	Астахов Ю. Н., Веников В. А., Ежков В. В.	Электротехнические системы в примерах и иллюстрациях	учебное пособие для вузов	М.: Энергоатомиздат	1983		69
3	Веников В. А.	Электрические системы. Электрические расчеты, программирование и оптимизация режимов	учебник для вузов	М.: Высш. шк.	1973		83

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
-------	----------	--------------	---	-----------------------------	-------------	----------------------------	--------------------------------------

1	Веников В. А.	Электрические системы. Автоматизированные системы управления режимами энергосистем	учебное пособие для вузов	М.: Высш. шк.	1979	7
---	---------------	--	---------------------------	---------------	------	---

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1		

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>
2	КиберЛенинка	<a href="https://cyberleninka.ru/">B https://cyberleninka.ru/</a>	<a href="https://cyberleninka.ru/">B https://cyberleninka.ru/</a>
3	Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина	<a href="http://prlib.ru">B http://prlib.ru</a>	<a href="http://prlib.ru">B http://prlib.ru</a>
4	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	<a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>	<a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>
5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
6	Сайт системы DVS для работы с Электронной библиотекой диссертаций РГБ (Э1 РГБ)	<a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a>	<a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a>
7	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
8	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
9	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
10	IEEE Xplore	<a href="http://www.ieeeexplore.ieee.org">www.ieeeexplore.ieee.org</a>	<a href="http://www.ieeeexplore.ieee.org">www.ieeeexplore.ieee.org</a>
11	Scopus	<a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>	<a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>
12	Архив журналов РАН	<a href="https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3">https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3</a>	<a href="https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3">https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1			

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	LMS Moodle	Это современное программное обеспечение	<a href="https://download.moodle.org/releases/latest/">https://download.moodle.org/releases/latest/</a>
2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет).	<a href="https://www.google.com/intl/ru/chrome/">https://www.google.com/intl/ru/chrome/</a>

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лек	Б-311. Учебная аудитория	46 посадочных мест, доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, экран, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Лек	Б-306. Учебная аудитория	24 посадочных места, доска аудиторная, лабораторный стенд ЭМ-1-С-К, ЭП-1-СК
3	Ср	Б-306. Учебная аудитория	24 посадочных места, доска аудиторная, лабораторный стенд ЭМ-1-С-К, ЭП-1-СК
4	Ср	Б-311. Учебная аудитория	46 посадочных мест, доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, экран, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
5	Лаб	Б-311. Учебная аудитория	46 посадочных мест, доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, экран, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
6	Лаб	Б-306. Учебная аудитория	24 посадочных места, доска аудиторная, лабораторный стенд ЭМ-1-С-К, ЭП-1-СК
7	Экзамен	Б-311. Учебная аудитория	46 посадочных мест, доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, экран, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
8	Инд кон	Б-306. Учебная аудитория	24 посадочных места, доска аудиторная, лабораторный стенд ЭМ-1-С-К, ЭП-1-СК

## **8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и

право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_ /20\_\_  
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

*Указываются номера страниц, на которых  
внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих  
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Максимов В.В.

Программа одобрена методическим советом института \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*