



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР


И.Г. Ахметова
« 28 » октября 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02 Математическое моделирование процессов в
электротехнических комплексах и системах
(Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с РУП)

Направление подго- 13.06.01 - Электро- и теплотехника
товки (указывается код и наименование)

Направленность подго- 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы
товки

Уровень высшего обра- Подготовка кадров высшей квалификации
зования

Квалификация (степень) вы- Исследователь. Преподаватель-
пускника исследователь

Форма обучения Очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Казань – 2020

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование электротехнических комплексов и систем» является формирование у обучающихся знаний об общих принципах математического моделирования электроэнергетических систем и элементов, их математическом описании с применением современных программно-технических средств, формирование профессиональных компетенций на основе гармоничного сочетания фундаментальной и профессиональной подготовки с использованием лучшего отечественного и мирового опыта в области производства, передачи, распределения, преобразования, применения электрической энергии, управления потоками энергии, разработки и изготовления элементов, устройств и систем.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- познакомить обучающихся с принципами построения математических моделей с учетом технических характеристик, конструктивных особенностей, назначения и режимов работы электрооборудования;

- дать информацию о структуре специализированного программного обеспечения для математического моделирования;

- дать информацию о методах построения математических моделей, применяя анализа качественных показателей работы элементов электроэнергетической системы и с учетом нормальных, аварийных, послеаварийных и ремонтных режимов работы отдельных элементов электроэнергетической системы, допустимые перегрузки по току и температурам;

- научить выбирать алгоритмы решения для различных видов моделей с применением справочных материалов и анализа научно-технической информации.

В результате освоения дисциплины «Математическое моделирование электротехнических комплексов и систем» аспирант должен

Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1: способность выполнять теоретический анализ и экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик, а также разрабатывать новые методы их анализа и синтеза	З1(ПК-1) Знать: Основные методы анализа и экспериментальных исследований электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик с использованием математического моделирования; У1 (ПК-1) Уметь:

	<p>Использовать аппарат математического моделирования при проведении анализа и экспериментальных исследований электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик;</p> <p>В1 (ПК-1) Владеть: Основными методами анализа и экспериментальных исследований электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик с использованием математического моделирования</p>
<p>ПК-2: способность выполнять теоретические исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии</p>	<p>(З1ПК-2) Знать: Основные методы теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования;</p> <p>У1 (ПК-2) Уметь: Использовать аппарат математического моделирования при проведении теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии;</p> <p>В1 (ПК-2) Владеть: Основными методами теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования;</p>
<p>ПК-3: способность разрабатывать информационные и автоматизированные системы электротехнических комплексов, повышать эффективность их функционирования</p>	<p>З1(ПК-3) Знать: Основные методы разработки информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов;</p> <p>У1 (ПК-3) Уметь: Использовать аппарат математического моделирования при разработке информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов;</p> <p>В1 (ПК-3) Владеть: Основными методами разработки информационных и автоматизированных систем</p>

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина изучается на 2 курсе обучения в 3-ом семестре. Дисциплина относится к профессиональному циклу ОП ВО. Являясь вариативной дисциплиной, она имеет логическую и содержательно-методическую взаимосвязь с другими дисциплинами ОП и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина изучается после освоения дисциплины «Технология профессионально-ориентированного обучения».

Дисциплина является основой для изучения дисциплин «Управление режимами и техническим состоянием электрооборудования электротехнических комплексов и систем».

3. Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование электротехнических комплексов и систем»

3.1 Структура дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов практические занятия, 54 часа составляет самостоятельная работа обучающегося, 18 часов на контроль..

Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 3,6 часа.

Вид учебной работы	Всего зачетных единиц	Всего часов	Семестры			
			3			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), в т.ч. по РУП:	3	108	108			
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ		36	36			
Лекции (Лк)		18	18			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)		18	18			
Лабораторные работы (ЛР)		-	-			
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ		54	54			
ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)		З с оц (18)	З с оц (18)			

3.2. Содержание разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лк	ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	Введение. Теоретический анализ и экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с использованием математического моделирования	32	3	6	6		20	Устный опрос.
2	Теоретические исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования	26	3	6	6		14	Устный опрос. Доклад.
3	Современные методы разработки информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов.	32	3	6	6		20	Устный опрос. Презентация.
	Промежуточная аттестация	18						Зачет
	Итого:	108	–	18	18		54	–

3.3. Содержание разделов дисциплины

1. Введение. теоретический анализ и экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с использованием математического моделирования

Назначение и содержание курса, связь его со смежными и базовыми дисциплинами, порядок изучения дисциплины, цели и задачи.

Теоретический анализ электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик с исполь-

зованием математического моделирования.

Экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик с использованием математического моделирования.

2. Теоретические исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования

Основные методы теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования.

3. Современные методы разработки информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов.

Основные методы разработки информационных систем электротехнических комплексов.

Основные методы разработки автоматизированных систем электротехнических комплексов.

Повышение эффективности функционирования информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов

3.4. Практические (семинарские) занятия

для аспирантов очной формы обучения

№ п/п	Тема практических занятий	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Основные определения и соотношения	3	1	2
2	Математические модели элементов ЭЭС. Упрощенные модели ЛЭП.	3	1	2
3	Математические модели силового трансформатора. Построение внешней характеристики трансформатора.	3	1	2
4	Моделирование питающих и распределительных сетей при работе на холостом ходу (MATLAB).	3	2	2
5	Моделирование питающих и распределительных сетей при работе под нагрузкой (MATLAB).	3	2	2
6	Моделирование распределительной сети и исследование отклонений напряжения в распределительной сети (MATLAB).	3	2	2
7	Описание установившегося режима уравнениями баланса мощности. Применение теории графов для моделирования электрических сетей.	3	3	2
8	Эквивалентирование схем электрических сетей. Расчет узловых напряжений методом Зейделя.	3	3	2

9	Разработка системы мониторинга, содержащей один узел АРМ с использованием механизма автопостроения каналов (ASCADA-система TRACE MODE).	3	3	2
	Итого:	–	–	18

3.5. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по данной дисциплине не предусмотрены.

3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часов на раздел	Количество компетенций		
			ПК-1	ПК-2	ПК-3
1	Введение. Теоретический анализ и экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с использованием математического моделирования	32	ЗУВ		
2	Теоретические исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования	26		ЗУВ	
3	Современные методы разработки информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов.	32			ЗУВ
	Экзамен	18	З У В	З У В	ЗУВ
	Итого:	108			

(Сумма компетенций, сформированных каждым разделом, соотношенная с часами на изучение данного раздела, позволяет оценить реальность формирования компетенций и скорректировать распределение часов отведенных на разделы).

Условные обозначения: З – знать,
У – уметь,
В – владеть.

3.7. Организация самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Введение. Теоретический анализ и экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с использованием математического моделирования	3	1	20
2	Теоретические исследования процессов генерации,	3	2	14

	накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования			
3	Современные методы разработки информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов.	3	3	20
4	Подготовка к зачету	3		18

4. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Введение. Теоретический анализ и экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с использованием математического моделирования	ПК-1 з,у,в	Мультимедиа, интерактивные формы проведения занятий	Собеседование, тесты, типовые задания
2	Теоретические исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования	ПК-2 з,у,в	Мультимедиа, интерактивные формы проведения занятий	Собеседование, тесты, типовые задания
3	Современные методы разработки информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов.	ПК-3 з,у,в	Мультимедиа, интерактивные формы проведения занятий	Собеседование, тесты, типовые задания

Используются материалы:

- дистанционного курса «Математическое моделирование процессов в электротехнических комплексах и системах» на образовательной площадке LMS MOODLE, размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru/>;

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в КГЭУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий в форме устного опроса, доклада, презентации. Текущему контролю подлежат посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «*Математическое моделирование процессов в электротехнических комплексах и системах*») является промежуточная аттестация в форме экзамена, проводимая с учетом результатов текущего контроля в 3 семестре.

5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Комплект тем докладов и презентаций

1. Математические модели простейших элементов электротехнических устройств.
2. Математическая модель резистора в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
3. Математическая модель индуктивности в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
4. Математическая модель емкости в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
5. Математические модели источников питания систем электроснабжения и какие существуют особенности их моделирования.
6. Математическая модель двигателей для учета подпитки места короткого замыкания.
7. Модели элементов электрических сетей при расчете рабочих режимов систем электроснабжения.
8. Математическая модель силового трансформатора.
9. Математическая модель линии электропередач.
10. Основные методы моделирования электрических нагрузок, их достоинства и недостатки.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Общая характеристика методов решения уравнений установившихся режимов электрических систем.
2. Моделирование и методы решения уравнений узловых напряжений.
3. Решение уравнений узловых напряжений методом Ньютона.
4. Расчет параметров установившегося электрического режима.
5. Сходимость, существование и неоднородность решения уравнений установившегося режима.
6. Неоднозначность и единственность решения уравнений узловых напряжений.
7. Расчет установившегося режима на ЭВМ.
8. Постановка и характеристика задач по определению параметров электрической системы.
9. Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь электроэнергии.
10. Метод характерных суточных режимов.
11. Метод средних нагрузок.
12. Метод среднеквадратичных параметров режима.
13. Метод времени наибольших потерь.
14. Метод отдельного времени наибольших потерь.
15. Расчет потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В.
16. Потери электроэнергии в компенсирующих устройствах.
17. Методы аналитического представления схем электрических сетей.
18. Влияние компенсирующих устройств на режимы электропотребления систем электроснабжения.
19. Математические методы моделирования элементов систем электроснабжения.
20. Методы расчетов потерь электроэнергии во внутризаводских сетях систем электроснабжения.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается. Что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Результат экзамена

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
«отлично»	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
«хорошо»	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
«удовлетворительно»	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
«неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

Оценочные средства представлены в документе «Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины».

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 192 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76825> — Загл. с экрана.
2. Шведов Галактион Владимирович, Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 140200 «Электроэнергетика» и 140400 «Электроэнергетика и электротехника»/ Г.П. Шведов. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. - 268 с.- Загл. с домашней страницы Интернета. – Электрон.версияпеч. публикации. – <http://nelbook.ru/>.

6.2. Дополнительная литература

1. Справочник по проектированию электрических сетей. Под ред. Д.Л. Файбисовича. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005 - 320 с.

2. Даценко В.А., Гетманов В.Т. Выблов А.Н. Математическое моделирование в системах электроснабжения: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2003. – 120 с.

3. Ганичева, А.В. Математические модели и методы оценки событий, ситуаций и процессов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб.:Лань, 2017. — 188 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91891>

6.3. Электронно-библиотечные системы

1. <http://e.kgeu.ru/Инструкция по работе с электронным каталогом.pdf>
2. <http://nelbook.ru/>.
3. <http://e.lanbook.com/>
4. <http://elibrary.ru>.
5. <http://ibooks.ru/>

6.4. Программное обеспечение дисциплины

Пакеты прикладных программ для расчета параметров интерфейсов Multi-sim, MatLab, LabVIEW и Trace Mode.

6.5. Интернет-ресурсы

Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Apps
Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://www.minobrnauki.gov.ru/
Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	https://minenergo.gov.ru/opendata
Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/
Университетская информационная система Россия	uisrussia.msu.ru
eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru
Техническая библиотека	http://techlibrary.ru
«Гарант»	http://www.garant.ru/
«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека Нэлбук	http://nelbook.ru/ .
ЭБС Лань	http://e.lanbook.com/
LMS MOODLE	http://lms.kgeu.ru/enrol/index.php?id=2432

6.6. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1.	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	Свободный
2.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	Свободный
3.	Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина	В http://prlib.ru	Свободный
4.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	Свободный
5.	Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации	https://scienceid.net/president/	Свободный
6.	Президент России — молодым ученым - Science-ID	https://scienceid.net/president/	Свободный
7.	МБД Scopus	https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	Свободный с компьютеров университета
8.	МБД Web of Science	https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=D6cTknVCLV7j48sfzSo&preferencesSaved=	Свободный с компьютеров университета
9.	Портал РФФИ	https://www.rfbr.ru/rffi/ru/	Свободный

7. Материально-техническое обеспечение

Требования к условиям реализации дисциплины

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная, проектор, экран, ноутбук. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+: договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
			<p>- ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Optimization Toolbox Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License) Модуль решения задач линейной, квадратичной, целочисленной и нелинейной оптимизации для MATLAB, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно</p>
2	Практические занятия	Специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<p>проектор, интерактивная доска, компьютер в комплекте с монитором (4шт.), комплект типового лабораторного оборудования «Электроэнергетика» ЭЭ1-НЗ-С-К(4шт.), лабораторные электрические стенды к лабораторному оборудованию «Электрические схемы»(4шт.). Программное обеспечение: Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+: договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно; Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама кон-</p>

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
			<p>салтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License): договор №2013.39442, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Prezi Edu Plus, договор №226/20 от 20.07.202 лицензиар - ООО "Системы 21", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - 20.07.2021г; Line Net 10 сетевая версия на 15 Пользователей, договор №L-868.14-КО от 01.10.2015, лицензиар - ООО "ПроЭнергоСофт, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно</p>
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	<p>доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интерактивная доска, стенды "Электрические схемы" (4шт.). Программное обеспечение: Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011 , лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+: договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Ас-кон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; LabVIEW Professional Development System for Windows, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок дей-</p>

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
			<p>ствия лицензии – бессрочно; LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacher license) RUS , договор №CS 08/15 от 25.03.2008, лицензиар - ЗАО "СиСофт Казань", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; LabVIEW Full Deveiopment Sustum .Windows .NI Software Se, договор №260 от 19.08.2015, лицензиар - ООО "Питер Софт", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно.</p>
4	Самостоятельная работа обучающихся	Компьютерный класс с выходом в Интернет	<p>доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интерактивная доска, стенды "Электрические схемы" (4шт.). Программное обеспечение: Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011 , лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+: договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Ас-кон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; LabVIEW Professional Development System for Windows, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бес-</p>

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
			срочно; Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacher license) RUS , договор №CS 08/15 от 25.03.2008, лицензиар - ЗАО "СиСофт Казань", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно; LabVIEW Full Deveioption Sustum .Windows .NI Software Se, договор №260 от 19.08.2015, лицензиар - ООО "Питер Софт", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно.
		Читальный зал библиотеки	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.) Программное обеспечение: Операционная система Windows 7 Профессиональная (сертифицированная ФСТЭК). (Договор ПО ЛИЦ № 0000/20, лицензиар – ЗАО «ТаксНет Сервис», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии бессрочно); Office Professional Plus 2007 Russian OLP NL. (Договор № 225/10, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно); Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл.право, срок действия лицензии – бессрочно

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. 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.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки аспирантов 13.06.01 - Электро- и теплотехника (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №878

Авторы



зав.каф. ЭСиС, к.т.н., Максимов В.В.

(подпись)



доцент, к.т.н. Маклецов А.М.

(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроэнергетические системы и сети, протокол № 8 от 21.10.2020

Зав. кафедрой ЭСиС



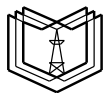
Максимов В.В.

На заседании методического совета ИЭЭ от 28.10.2020г., протокол № 3 программа рекомендована к утверждению.

Зам. директора ИЭЭ



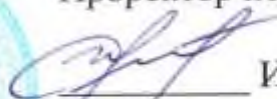
Ахметова Р.В.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
КГЭУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР


И.Г. Ахметова
« 28 » октября 20 20 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации аспирантов
по итогам освоения дисциплины

**Б1.В.ДВ.01.02 Математическое моделирование процессов в
электротехнических комплексах и системах**
(Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с РУП)

Направление подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника
(указывается код и наименование)

Направленность подготовки 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы

Уровень высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения Очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Казань-2020

1. Цель и задачи текущего контроля и промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине

Цель текущего контроля - систематическая проверка степени освоения программы дисциплины «Математическое моделирование процессов в электротехнических комплексах и системах», уровня форсированности знаний, умений, навыков, компетенций на текущих занятиях.

Задачи текущего контроля:

1. Организация контроля за текущей успеваемостью аспирантов
2. Определение индивидуального учебного рейтинга аспирантов;
3. Своевременное выполнение корректирующих действий по содержанию и организации процесса обучения; обнаружение и устранение пробелов в усвоении учебной дисциплины;
4. Корректировка отношений аспирантов к занятиям.
5. Подготовки к промежуточной аттестации.

В течение семестра при изучении дисциплины реализуется комплексная система поэтапного оценивания уровня освоения – балльно-рейтинговая система. За каждый вид учебных действий студенты получают определенное количество баллов. В течение семестра студент может набрать до 60-ти баллов.

Цель и задачи промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины. Аттестация проходит в форме выполнения устного опроса по пройденным учебным материалам.

Задачи промежуточной аттестации:

1. Определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. Определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

2. Основное содержание текущего контроля и промежуточной аттестации аспирантов

В результате освоения дисциплины «Математическое моделирование процессов в электротехнических комплексах и системах » формируются следующие компетенции:

-способность выполнять теоретический анализ и экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик, а также разрабатывать новые методы их анализа и синтеза (ПК-1);

-способность выполнять теоретические исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии (ПК-2);

-способность разрабатывать информационные и автоматизированные системы электротехнических комплексов, повышать эффективность их функционирования (ПК-3)

2.1. Основное содержание текущего контроля

Базовый уровень является обязательным для всех аспирантов.

Продвинутый и высокий уровни являются дополнительными к базовому, расширяя требования к результатам обучения.

Коды Компетенций	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины		
		Базовый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
ПК-1; способность выполнять теоретический анализ и экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик, а также разрабатывать новые методы их анализа и синтеза	<p>З(ПК-1) Знать: Основные методы анализа и экспериментальных исследований электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик с использованием математического моделирования;</p> <p>У (ПК-1) Уметь: Использовать аппарат математического моделирования при проведении анализа и экспериментальных исследований электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик;</p> <p>В (ПК-1) Владеть: Основными методами анализа и экспериментальных исследований электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и</p>	<p>Устный опрос</p> <p>Проверка активности работы обучающихся на лекции, практическом занятии</p>	<p>Устный опрос</p> <p>Реферат</p>	<p>Презентация</p>

Коды Компетенций	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины		
		Базовый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
	эксплуатационных характеристик с использованием математического моделирования			
ПК-2 способность выполнять теоретические исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии	(3 ПК-2) Знать: Основные методы теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования; У (ПК-2) Уметь: Использовать аппарат математического моделирования при проведении теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии; В (ПК-2) Владеть: Основными методами теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования;	Устный опрос Проверка активности работы обучающихся на лекции, практическом занятии	Устный опрос Реферат	Презентация
ПК-3 способность разрабатывать информационные и автоматизированные системы электротехнических комплексов, повышать эффективность их функционирования	3(ПК-3) Знать: Основные методы разработки информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов; У (ПК-3) Уметь: Использовать аппарат математического моделирования при разработке информационных и автоматизированных систем	Устный опрос Проверка активности работы обучающихся на лекции, практическом занятии	Устный опрос Реферат	Презентация

Коды Компетенций	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины		
		Базовый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
	электротехнических комплексов; В (ПК-3) Владеть: Основными методами разработки информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов;			

2.2. Основное содержание промежуточной аттестации аспирантов

Коды Компетенций	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины		
		Базовый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
ПК-1 способность выполнять теоретический анализ и экспериментальное исследование электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик, а также разрабатывать новые методы их анализа и синтеза	Знать: Основные методы анализа и экспериментальных исследований электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик с использованием математического моделирования; Уметь: Использовать аппарат математического моделирования при проведении анализа и экспериментальных исследований электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

Коды Компетенций	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины		
		Базовый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
	эксплуатационных характеристик; Владеть: Основными методами анализа и экспериментальных исследований электрических комплексов и систем с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик с использованием математического моделирования			
Профессиональные компетенции				
ПК-2 способность выполнять теоретические исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии	Знать: Основные методы теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования; Уметь: Использовать аппарат математического моделирования при проведении теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии; Владеть: Основными методами теоретических исследования процессов генерации, накопления и передачи электроэнергии с использованием математического моделирования;	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой
ПК-3 способность разрабатывать	Знать: Основные методы разработки	Зачет с оценкой		

Коды Компетенций	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по заверше-нии освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины		
		<i>Базовый уровень</i>	<i>Продвинутый уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
информационны е и автоматизирован ные системы электротехничес ких комплексов, повышать эффективность их функционационирова ния	информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов; Уметь: Использовать аппарат математического моделирования при разработке информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов; Владеть: Основными методами разработки информационных и автоматизированных систем электротехнических комплексов;		Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

3.1. Оценочные средства текущей аттестации

3.1.1. Устный опрос

1. Необходимость применения моделирования при исследовании технических систем
2. Нужно ли стремиться к абсолютному подобию модели и оригинала ?
3. Дайте определения понятиям «модель», «оригинал», «моделирование»
4. Приведите примеры объектов и их возможных моделей в электроснабжении
5. Каковы основные цели моделирования технических объектов ?
6. Назовите и кратко охарактеризуйте основные этапы моделирования
7. Назовите возможные классификационные признаки моделей
8. Приведите классификацию и дайте примеры идеальных (абстрактных) моделей
9. Приведите классификацию и дайте примеры материальных моделей
10. Охарактеризуйте особенности физического и натурного моделирования, приведите примеры их использования в задачах электроснабжения
11. Дайте характеристику математических моделей; приведите их примеры.

12. Назовите достоинства и особенности математического моделирования
13. Охарактеризуйте основные этапы компьютерного моделирования
14. Основные требования к математическим моделям
15. Классификация математических моделей
16. В чем состоит основное отличие между структурными и функциональными математическими моделями, их достоинства и недостатки ?
17. В чем состоит основное отличие между аналитическими и алгоритмическими математическими моделями, их достоинства и недостатки ?
18. Дайте характеристику имитационных математических моделей; назовите область их применения, объясните преимущества.
19. Назовите основные типы задач моделирования в электроснабжении, дайте им краткую характеристику
20. Каковы особенности задач моделирования в электроснабжении, требования к точности выходных данных?

3.1.2. Темы научных сообщений и рефератов (примеры)

1. Модель ВЛ с поперечной компенсацией.
2. Модель сверхпроводящего токоограничивающего устройства.
3. Исследование потерь электроэнергии в несимметричных электрических сетях.
4. Математическая модель стабилизатора напряжения.
5. Математическая модель трансформатора с симметрирующей обмоткой.
6. Математическая модель ВДТ с плавным регулированием напряжения.
7. Математическая модель интеллектуальной ЭЭС.
8. Математическая модель системы регулирования напряжения в распределительных сетях
9. Математическая модель системы диагностики РПН.
10. Математическая модель системы диагностики изоляторов ВЛ.

3.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

3.2.1. Вопросы к зачету с оценкой

Продвинутый уровень

1. Математические модели простейших элементов электротехнических устройств.
2. Математическая модель резистора в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
3. Математическая модель индуктивности в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
4. Математическая модель емкости в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
5. Математические модели источников питания систем электроснабжения и какие существуют особенности их моделирования.
6. Математическая модель двигателей для учета подпитки места короткого замыкания.
7. Как моделируются элементы электрических сетей при расчете рабочих режимов систем электроснабжения ?
8. Математическая модель силового трансформатора.
9. Математическая модель линии электропередач.
10. Основные методы моделирования электрических нагрузок, их достоинства и недостатки.

Высокий уровень

1. Общая характеристика методов решения уравнений установившихся режимов электрических систем.
2. Моделирование и методы решения уравнений узловых напряжений.
3. Решение уравнений узловых напряжений методом Ньютона.
4. Расчет параметров установившегося электрического режима.
5. Сходимость, существование и неоднородность решения уравнений установившегося режима.
6. Неоднозначность и единственность решения уравнений узловых напряжений.
7. Расчет установившегося режима на ЭВМ.
8. Постановка и характеристика задач по определению параметров электрической системы.
9. Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь электроэнергии.
10. Метод характерных суточных режимов.
11. Метод средних нагрузок.
12. Метод среднеквадратичных параметров режима.
13. Метод времени наибольших потерь.
14. Метод раздельного времени наибольших потерь.
15. Расчет потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В.
16. Потери электроэнергии в компенсирующих устройствах.
17. Методы аналитического представления схем электрических сетей.
18. Влияние компенсирующих устройств на режимы электропотребления систем электроснабжения.
19. Математические методы моделирования элементов систем электроснабжения.
20. Методы расчетов потерь электроэнергии во внутризаводских сетях систем электроснабжения.

