

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

13 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Электроэнергетические системы
и сети

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 3

Зачет 3 сем

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель А.Н. Козлов, доцент, канд. техн. наук

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 147

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.02.2024 г. г. _____, протокол №
Протокол № 6

Заведующий кафедрой _____ Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

_____ Чалкина Н.А. Чалкина

13 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

_____ Петрович О.В. Петрович

13 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

_____ Савина Н.В. Савина

13 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

_____ Годосейчук А.А. Годосейчук

13 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование систематических знаний основ современных методов математического и имитационного моделирования, методов построения моделей различных классов и их реализации на компьютерной технике посредством прикладных программных продуктов для решения задач количественного обоснования принимаемых решений по управлению функционированием ЭЭС.

Задачи дисциплины:

Освоение современных методов математического моделирования процессов и систем, этапов математического моделирования; освоение принципов построения и основных требований к математическим моделям, схемы их разработки и методов исследования

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Моделирование в электроэнергетике» относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Изучение основ моделирования режимов работы электроэнергетических систем базируется на сведениях, излагаемых в дисциплинах: «Теория и практика инженерного исследования» и «Современные электроэнергетические системы». Знания, полученные при освоении дисциплины, могут быть востребованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-2 Способен определять эффективные режимы работы объектов профессиональной деятельности, планировать и управлять режимами работы объектов профессиональной деятельности	ИД-2ПК-2. Определяет и реализует эффективные режимы объектов профессиональной деятельности ИД-3ПК-2. Планирует и управляет режимами работы объектов профессиональной деятельности ИД-5ПК-2. Применяет методы и средства автоматизации при управлении режимами работы объектов профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Основы математического моделирования	3	2		2								6	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
2	Применение вероятностно-статистических методов в задачах электроэнергетики	3	4		4								12	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
3	Оптимизация систем энергоснабжения	3	4		4								12	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
4	Проведение научных исследований	3	2		2								6	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
5	Компьютерное моделирование в электроэнергетике	3	2		2								7.8	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
13	Зачет	3								0.2				
Итого				14.0	14.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	43.8			

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основы математического моделирования	Классификация моделей. Переменные в математических моделях. Адекватность и эффективность математических моделей. Свойства объектов моделирования. Математическая модель линии с распределенными параметрами. Математические модели линии в виде схем замещения. Упрощенные модели ЛЭП. Математические модели силового

		<p>трансформатора. Г- образная и П- образная схемы замещения силового трансформатора. Построение внешней характеристики трансформатора. Электрическая нагрузка: статические характеристики электрической нагрузки и моделирование электрических нагрузок.</p>
2	<p>Применение вероятностно-статистических методов в задачах электроэнергетики</p>	<p>Понятие формальной модели. Численные модели. Графические модели. Лингвистические модели. Формально-логические модели. Случайные явления и процессы энергетике. Основные понятия и определения теории вероятностей. Случайные события, классификация случайных событий. Примеры случайных событий в энергетике. Полная группа событий. Принцип практической уверенности. Формула полной вероятности. Теорема о повторении опытов. Случайные величины в энергетике. Непрерывные и дискретные случайные величины. Статистический ряд. Законы распределения случайных величин, числовые характеристики случайных величин и их свойства. Законы распределения вероятностей случайных величин, применяемые в энергетике.</p>
3	<p>Оптимизация систем энергоснабжения</p>	<p>Статистические исследования на уровне случайных величин. Задачи, решаемые с помощью математической статистики в теплоэнергетике. Закон больших чисел и следствия из него. Построение гистограммы. Точечные и интервальные оценки числовых характеристик. Критерии согласия. Линейные модели регрессий. Свойство МНК-оценок. Оценка параметров регрессии. Прогнозирование электрических нагрузок на основе регрессионных моделей. Определение основных понятий математического программирования. Классификация методов оптимизации. Формулировка задачи нелинейного программирования. Необходимые и достаточные условия существования локального минимума целевой функции. Классический метод определения условного экстремума. Метод неопределенных множителей Лагранжа.</p>
4	<p>Проведение научных исследований</p>	<p>Классификация, типы и задачи эксперимента. Методика и программа эксперимента. Содержание и разработка методики эксперимента. Планирование эксперимента и основные элементы плана.</p>
5	<p>Компьютерное моделирование в электроэнергетике</p>	<p>Обработка и анализ экспериментальных результатов. Способы представления результатов эксперимента. Понятие погрешности эксперимента. Основные возможности ПВК. Библиотека MathCad Electrical Engineering и ее использование при моделировании объектов электроэнергетики.</p>

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Учет влияния погодных условий на коронирование линий электропередачи переменного тока	Аппроксимация кривых потерь на корону в зависимости от погодных условий. Вероятностный учет различия погодных условий по трассе линии
Моделирование процессов в заземляющих устройствах	Анализ работы заземляющих устройств электроустановок в динамических и импульсных режимах
Моделирование тепловых процессов при групповой прокладке кабелей	Оценка нагрева кабелей в зависимости от места расположения в группе и влияния этого фактора на допустимую нагрузку кабеля
Моделирование поверхностного эффекта в проводах и шинах	Оценка использования полезного сечения токоведущего проводника в зависимости от его расположения относительно проводников других фаз
Физические модели линий электропередачи переменного тока	Виды физических моделей. Возможности моделей. Используемое оборудование и приборы
Физические и математические модели нагрузок электрических систем	Виды физических моделей. Возможности моделей. Используемое оборудование и приборы
Математическое подобие и моделирование в электроэнергетических задачах	Основные понятия теории подобия. Виды моделей. Возможности моделей. Используемое оборудование и приборы

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Основы математического моделирования	Отчет по выполнению практического занятия	6
2	Применение вероятностно-статистических методов в задачах электроэнергетики	Отчет по выполнению практического занятия	12
3	Оптимизация систем энергоснабжения	Отчет по выполнению практического занятия	12
4	Проведение научных исследований	Отчет по выполнению практического занятия	6

5	Компьютерное моделирование в электроэнергетике	Отчет по выполнению практического занятия	7.8
---	--	---	-----

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Моделирование в электроэнергетике» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: лекции с разбором конкретных ситуаций, проблемные ситуации, компьютерные симуляции.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: зачет (3 семестр).

Вопросы к зачету (3 семестр)

1. Понятие модели и математического моделирования. Типы моделей.
2. Этапы математического моделирования.
3. Понятие формальной модели. Численные модели. Графические модели.
4. Метод наименьших квадратов.
5. Случайные события, классификация случайных событий. Примеры случайных событий в электроэнергетике.
6. Полная группа событий.
7. Формула полной вероятности.
8. Теорема о повторении опытов.
9. Случайные величины в электроэнергетике. Непрерывные и дискретные случайные величины.
10. Статистический ряд, многоугольник распределения.
11. Законы распределения случайных величин, числовые характеристики случайных величин и их свойства.
12. Задачи, решаемые с помощью математической статистики в электроэнергетике.
13. Построение гистограммы.
14. Линейные и квадратичные уравнения регрессий.
15. Оценка параметров уравнений регрессии.
16. Определение основных понятий математического программирования.
17. Формулировка задачи линейного программирования.
18. Применение методов линейного программирования для решения задач электроэнергетики
19. Формулировка задачи нелинейного программирования.
20. Применение методов нелинейного программирования.
21. Классификация, типы и задачи эксперимента.
22. Планирование и методика эксперимента.
23. Анализ и обработка результатов эксперимента

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 244 с. — ISBN 978-5-507-48455-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/393023> (дата обращения: 02.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211124> (дата обращения: 02.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Солдатенков, А. С. Математическое моделирование системы управления теплотреблением комплекса зданий : монография / А. С. Солдатенков. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 176 с. — ISBN 987-5-361-00317-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66660.html> (дата обращения: 02.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212213> (дата обращения: 02.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014.
2	RastrWin3 Базовый комплекс	10 лиц. По договору №0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013.
3	RastrWin3 Коммутационные модели	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014.
4	Автоматизированная информационная библиотечная система «ИРБИС 64»	Лицензия коммерческая по договору №945 от 28 ноября 2011 года.
5	Программная система «Антиплагиат.ВУЗ»	Коммерческая лицензия по подписке по лицензионному договору №200 от 04 мая 2016 года.
6	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
7	http://e.lanbook.com/	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
8	https://urait.ru	Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования

9	https://elibrary.ru	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU русский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
---	---	---

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://gisee.ru/	Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный портал по вопросам энергосбережения.
2	http://drsk.ru	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
3	http://www.rushydro.ru/company/	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
4	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.
5	https://www.gost.ru/portal/gost/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
6	http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/	Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное общество «создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.
7	https://minenergo.gov.ru/node/234	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России)

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Занятия по дисциплине «Моделирование в электроэнергетике» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально- технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point. Для проведения лабораторных и практических занятий и в самостоятельной работе студентов используются технологические схемы, модели процессов. Практические работы проводятся с использованием стационарного и переносного компьютерных классов кафедры энергетики.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.