Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.4 Исследование и моделирование электроэнергетических систем»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Автоматизированные энергетические системы и комплексы
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.4 Исследование и моделирование электроэнергетических систем*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № __5___от "_23_" января__ 2026_г.

Заведующий кафедрой
автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

подпись А.С. Безгин
расшифровка подписи

Исполнители:
Профессор каф. АЭЭМиЭТ *должность* *подпись* Н.Г. Семенова *расшифровка подписи*

доцент каф. ЭиТЭ *должность* *подпись* Л.А. Влацкая *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника *код наименование* *личная подпись* Э.Л. Греков *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы *личная подпись* Н.Г. Семенова *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись С.А. Бикшимирова *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству ИЭЭС
личная подпись С.А. Сильвашко *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Семенова Н.Г., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование систематических знаний основ современных методов математического, имитационного моделирования и искусственного интеллекта и их реализация посредством прикладных программных продуктов в решении задач по развитию и функционированию электроэнергетических систем.

Задачи:

- изучить методы математического моделирования электроэнергетических систем и процессов, протекающих в них;
- научить моделированию электроэнергетических объектов/систем в средах имитационного моделирования;
- изучить основные методы искусственного интеллекта в решении задач по развитию и функционированию электроэнергетических систем.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.3 Переменное электромагнитное поле, Б1.Д.В.8 Специальные главы математики*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.1 Научно-исследовательская работа*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-6 Способен применять модели и методы искусственного интеллекта при проектировании систем управления автоматизированными энергетическими системами и комплексами	ПК*-6-В-1 Формулирует основные положения в области проектирования интеллектуальных систем управления автоматизированными энергетическими системами и комплексами ПК*-6-В-2 Определяет тип модели представления знаний при проектировании автоматизированных энергетических систем и комплексов ПК*-6-В-3 Применяет методы экспертного оценивания при проектировании и исследовании электроэнергетических систем ПК*-6-В-4 Применяет основы теории нечетких множеств, нечеткой логики при проектировании систем управления электроэнергетических систем	**Знать:** основные положения в области проектирования интеллектуальных систем управления автоматизированными энергетическими системами и комплексами **Уметь:** Определять тип модели представления знаний при проектировании автоматизированных энергетических систем и комплексов.. **Владеть:** - навыками применения методов экспертного оценивания при проектировании и исследовании

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		электроэнергетических систем - навыками применения теории нечетких множеств, нечеткой логики при проектировании систем управления электроэнергетических систем.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	2 семестр	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**108**	**252**
Контактная работа:	**24,25**	**27,25**	**51,5**
Лекции (Л)	16	18	34
Лабораторные работы (ЛР)	8	8	16
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; подготовка к лабораторным занятиям; изучение разделов 2, 5, 6 (частично) курса в системе электронного обучения).*	**119,75**	**80,75**	**200,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы математического моделирования электроэнергетических систем	38	6	-	2	30
2	Математическое моделирование оптимизационных задач и их применение в электроэнергетике.	72	8	-	4	60
3	Математические модели элементов и объектов	34	2	-	2	30

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	электроэнергетических систем					
	Итого:	**144**	**16**		**8**	**120**

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Основы компьютерного моделирования в электроэнергетике	28	4		2	22
5	Модели и методы искусственного интеллекта в электроэнергетических системах	56	10		6	40
6	Исследование электроэнергетических систем с элементами искусственного интеллекта	24	4			20
	Итого:	**108**	**18**		**8**	**82**
	Всего:	**252**	**34**		**16**	**202**

4.2 Содержание разделов дисциплины

2 семестр

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Основы математического моделирования электроэнергетических систем	Основные направления развития электроэнергетических систем. Моделирование в решении задач электроэнергетики. Процесс решения задач. Фундаментальное свойство модели. Классификация математических моделей, применяемых в электроэнергетике: линейные и нелинейные, статические и динамические, оптимизационные и неоптимизационные, детерминированные и недетерминированные, дискретные и непрерывные, одномерные и многомерные, оптимизационных и неоптимизационных моделей. Основные требования, предъявляемые к математическим моделям и методам их решения. Требования к математическим моделям в электроэнергетике. Критерии оценки качества математических моделей электроэнергетических систем.
2	Математическое моделирование оптимизационных задач и их применение в электроэнергетике.	Основные понятия и определения теории оптимизации. Целевая функция. Ограничения, накладываемые на решение задачи. Граничные условия. Критерии оптимизации. Локальный и глобальный, абсолютный и относительный экстремумы. Общий вид математической модели задачи оптимизации. Математическое программирование. Общая характеристика методов оптимизации: Лагранжа, Монте Карло, градиентного спуска. Методы линейного и нелинейного программирования. Этапы решения задачи оптимизации как

		основа принятия оптимальных решений при проектировании и управлении электроэнергетическими системами.
3	Математические модели элементов и объектов электроэнергетических систем	Математические модели объектов электроэнергетических систем. Свойства объектов моделирования. Упрощенная математическая модель ЛЭП с сосредоточенными параметрами. Уравнения четырехполюсника для линии электропередачи. Математические модели силовых трансформаторов. П-образная схема замещения трансформатора. Основы теории графов. Матрицы инциденций и смежности. Применение теории графов для моделирования электрических сетей. Граф П-образной схемы замещения. Модель узла сети. Узловые уравнения установившегося режима. Принцип аналогии при моделировании объектов различной физической природы.

3 семестр

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
4	Основы компьютерного моделирования в электроэнергетике	Программа схемотехнического моделирования Multisim: возможности, библиотека элементов; основные возможности. Использование в решении исследовательских задач электроэнергетики. Разработка и исследование имитационных моделей объектов электроэнергетических систем: длинных линий и трансформаторов.
5	Модели и методы искусственного интеллекта в электроэнергетических системах	Классификация интеллектуальных систем. Классификация моделей представления знаний: детерминированные, стохастические, мягкие модели. Экспертные системы. Методы экспертного оценивания электроэнергетических систем: ранжирования, парных сравнений, непосредственной оценки. Основы теории нечетких множеств, используемых в электроэнергетике: методы построения функций принадлежности нечетких множеств; операции над нечёткими множествами; нечеткая логика; нечеткий вывод; метод Мамдани. Нейросетевые технологии: биологический нейрон и его техническая структура; процессы обучения.
6	Исследование электроэнергетических систем с элементами искусственного интеллекта	Интеллектуальные электроэнергетические системы с активно-адаптивной сетью: основные понятия, определения. Основные направления развития ИЭС. Выбор стратегий развития электросетевых объектов на основе технологий экспертных систем. Выбор варианта развития системы электроснабжения с применением теории нечетких множеств. Нейросетевая система управления светотехническими установками. Модель интеллектуальной системы предупреждения и ликвидации аварийных режимов на базе мультиагентной автоматики и карт Кохонена. Модель нейросетевой системы противоаварийного управления режимами электроэнергетической системы**.**

4.3 Лабораторные работы

2 семестр

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Выбор оптимального количества трансформаторов, установленных на территории предприятия	2
2	2	Выбор оптимальной мощности компенсирующего устройства в смешанной схеме электроснабжения	4
3	3	Моделирование и исследование режимов работы ЛЭП.	2
		Итого:	**8**

3 семестр

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
4	5	Инструктаж по технике безопасности проведения экспериментов на физическом реальном оборудовании. Основы компьютерного моделирования электротехнических устройств в среде Multisim.	2
5	6	Оценивание мероприятий в области модернизации электроэнергетической системы с использованием методов экспертного оценивания: метода непосредственного оценивания, метода ранжирования, метода полного перебора.	4
6	6	Принятие решения по развитию электроэнергетической системы (комплекса) с использованием метода нечеткой логики	2
		Итого:	**8**
		Итого за 2-й и 3-й семестры	**16**

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Матвеев, М.Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим специальностям / М. Г. Матвеев, А. С. Свиридов, Н. А. Алейникова. - Москва : Финансы и статистика : ИНФРА-М, 2014. - 448 с.

5.1.2 Лесин, В. В. Основы методов оптимизации [Текст] : учеб. пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. – 3-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2011. – 342 с. – ISBN 978-5-8114-1217-4.

5.1.3 Семенова, Н.Г. Исследование и моделирование электроэнергетических объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие. / Н.Г. Семенова, Л.А. Влацкая. - Оренбург: ОГУ, 2022. - 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM).– 125 с. http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/160768_20220127.pdf

5.1.4 Семенов, А.М. Интеллектуальные системы [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 230100.68 Информатика и вычислительная техника, 231000.68 Программная инженерия / А. М. Семенов, Н. А. Соловьев, Е. Н. Чернопрудова, А. С. Цыганков. - Оренбург : ОГИМ, 2014. - 237 с.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Пащенко, Ф. Ф. Основы моделирования энергетических объектов [Текст] / Ф. Ф. Пащенко, Г. А. Пикина. – М. : Физматлит, 2011. – 464 с. – ISBN 978-5-9221-1367-0.

5.2.2 Рыков, А. С. Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации [Текст]: [монография] / А. С. Рыков; Гос. технол. ун-т, Моск. ин-т стали и сплавов. – М. : МИСиС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-87623-196-3.

5.2.3 Математические методы и модели исследования операций [Текст]: учеб. для вузов / под ред. В. А. Колемаева. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 592 с. – ISBN 978-5-238-01325-1.

5.2.4 Влацкая Л.А. Исследование и моделирование электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Л.А. Влацкая, Н.Г. Семенова. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 40 с. http://elib.osu.ru/handle/123456789/14563.

5.2.5 Семенова, Н.Г. Модели и методы искусственного интеллекта в задачах электроэнергетики. [Электронный ресурс] : монография / Н. Г. Семенова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2022. - 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). - ISBN 978-5-7410-2701-1.. - № гос. регистрации 0322200756.

5.2.6 Семенов, А.М. Программное средство для нечеткого моделирования экспертных и/или управляющих систем [Электронный ресурс] : прикладная программа / А.М. Семенов, Р.Р. Мулюков.
– Зарегистрировано в УФЭР ОГУ, № 955 от 10.04.2014. – Оренбург: ОГУ, 2014. – Режим доступа: http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=955.

5.2.7 Влацкая, Л.А. Математическое моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / Л.А. Влацкая. – Зарегистрировано в УФЭР ОГУ, № 1042 от 24.11.2014. – Оренбург: ОГУ, 2014. – Режим доступа: http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=1042.

5.2.8 Семенова, Н.Г. Электронный учебный курс в системе Moodle "Исследование и моделирование электроэнергетических систем. Часть 2" (регистрационный номер 3717 от 07.12.2022). Режим доступа: https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=11417.

5.3 Периодические издания

5.3.1 «Электричество».

5.3.2 «Электротехника».

5.3.3 «Электротехника» - реферативный журнал

5.3.4 «Новости электротехники».

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 http://katalog.iot.ru/index.php: Федеральный портал «Российское образование».

5.4.2 http://window.edu.ru/window/catalog: Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

5.4.3 http://www.electrikpro.ru - информационный интернет ресурс посвящённый теме электричества, электрической энергии, электротехнике и т.п.

5.4.4 http://www.news.elteh.ru - расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники».

5.4.5 http://OSU.RU - Сайт университета ФГБОУ ВО ОГУ.

5.4.6 https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Linux

2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0 – English

4. Система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств NI Multisim Education 10 User License.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях № 8112 , имеющих следующее материально-техническое обеспечение: проектор, экран настенный стационарный, системный блок, монитор, акустическая система.

Для проведения лабораторного практикума предназначены специализированные компьютерные классы: ауд. 8111 и 8208, укомплектованные 10 и 12 персональными компьютерами, соответственно. Лабораторные занятия проводятся по подгруппам. На ПК установлены инструментальные среды MathCad 14, Multisim , что позволяет во время занятий использовать разработанные преподавателями кафедры различного вида электронные образовательные ресурсы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.