

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал в г. Душанбе (Республика Таджикистан)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэлектростанции

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная



УТВЕРЖДАЮ

Директор Ф НИУ «МЭИ»

С.А. Абдулкеримов

2025 г.

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Формируемая участниками образовательных отношений
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.В.11
Трудоемкость в зачетных единицах	5 семестр – 4
Часов (всего) по учебному плану	144
Лекции	5 семестр – 32 часов
Практические занятия	5 семестр – 32 часов
Лабораторные работы	Учебным планом не предусмотрены
Консультации по курсовому проекту/ работе:	
групповые	Учебным планом не предусмотрены
индивидуальные	Учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	5 семестр – 44 часа
включая:	
РГР	5 семестр – 20 часов
Промежуточная аттестация:	
экзамен	5 семестр – 2,5 часа
Контроль:	
экзамен	5 семестр – 33,5 часа

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Ст. преподаватель кафедры
«электроэнергетика»

(должность, ученая степень, ученое звание)

Заведующий кафедрой
«электроэнергетика» к.т.н., доцент

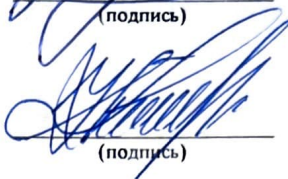
(название кафедры)



(подпись)

Б.А. Гаюров

(расшифровка подписи)



(подпись)

Х.Б. Назиров

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение математического аппарата для решения задач энергетики возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Задачи дисциплины:

- освоение методов теории вероятности и математической статистики для анализ данных;
- изучение методов оптимизации при решении энергетических задач;
- изучение основных численных методов используемых при решении задач энергетики.

Формируемые у обучающегося компетенции и запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-4 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1 ПК-4 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, сопоставляет конкурентно-способные варианты технических решений	знать: – методы приближения функции для обработки данных; – элементы теории вероятностей и математической статистики для анализа данных; – методы линейного программирования для получения конкурентно-способных вариантов решений; – методы нелинейного программирования для получения конкурентно-способных вариантов решений; – динамическое программирование для получения конкурентно-способных вариантов решений; уметь: – выполнять расчеты по интерполяции и аппроксимации ряда значений; – выполнять расчеты по построению эмпирических и теоретических кривых повторяемости и обеспеченности ряда значений; – выполнять расчеты на базе методов линейного программирования по определению условного экстремума функции нескольких переменных; – выполнять расчеты по определению безусловного экстремума функции одной переменной; – выполнять расчеты по определению безусловного экстремума функции нескольких переменных;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		– выполнять расчеты по оптимизации функции на базе динамического программирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Высшая математика», «Электростанции на основе ВИЭ».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Теоретические основы гидроэнергетики», «Инженерная гидрология».

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы						СР	Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная								
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА			
1	Приближение функций	20	5	6	4	-	-	-	10	-	[1], стр.97-133 подготовка к тестированию и выполнение расчетного задания №1	
2	Элементы теории вероятностей и математической статистики	15	5	4	4	-	-	-	7	-	[2], стр.53-85, 155-165, [3], стр.198-284, подготовка к тестированию и выполнение расчетного задания №2	
3	Линейное программирование	20	5	6	4	-	-	-	10	-	[4], стр. 7-119; [5], стр. 116-156; подготовка к тестированию и выполнение расчетного задания №3	
4	Нелинейное программирование	38	5	12	16	-	-	-	10	-	[5], стр. 36-76, 158-186 подготовка к тестированию и выполнение расчетного задания №4	
5	Динамическое программирование. Элементы теории графов.	15	5	4	4	-	-	-	7	-	[6], стр. 6-101 [7], подготовка к тестированию и контрольной работе №1	
	Экзамен	36	5	-	-	-	-	-	2.5	-	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	Итого:	144		32	32				2.5	44	33.5	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

3.2. Краткое содержание разделов

5 семестр

1. Приближение функций

Способы задания функции одной и нескольких переменных. Постановка задачи интерполяции функций одной переменной. Линейная интерполяция. Квадратичная интерполяция. Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Сплайн-интерполяция. Примеры применения интерполяции функций в задачах возобновляемой энергетики.

Аппроксимация функций одной переменной. Метод наименьших квадратов. Нахождение приближающей функции в виде основных элементарных функций. Примеры применения аппроксимации функций в задачах возобновляемой энергетики.

2. Элементы теории вероятностей и математической статистики

Элементы теории вероятностей и математической статистики в электроэнергетической системе с возобновляемыми источниками энергии. Понятие случайной величины. Простой и статистический ряд. Числовые характеристики статистического распределения. Законы распределения случайной величины. Построение эмпирических и теоретических кривых повторяемости и обеспеченности среднечасовой скорости ветра за годовой период.

3. Линейное программирование.

Постановка задачи. Геометрическая интерпретация. Симплекс-метод. Транспортная задача. Примеры решения задач линейного программирования в энергетике.

4. Нелинейное программирование.

Постановка задачи. Критерии сходимости итерационного процесса. Классификация методов.

Численные методы поиска решения функции одной переменной нулевого порядка: метод равномерного распределения точек по отрезку, метод трех точек, метод золотого сечения, метод Фибоначчи, адаптивный метод, метод деления отрезка пополам. Численные методы поиска решения функции одной переменной первого порядка: метод бисекций, метод хорд, метод секущих, метод касательных, метод Стефенсона. Численный метод поиска решения функции одной переменной второго порядка: метод Ньютона.

Аналитические методы поиска условного и безусловного экстремума функции нескольких переменных. Примеры решения задач с учетом и без учета граничных условий.

Численные методы поиска безусловного экстремума функции нескольких переменных: покоординатный спуск, Хука и Дживса, деформированного многогранника, случайный локальный поиск, градиентный метод, метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов, метод Ньютона. Примеры решения задач.

Численные методы поиска условного экстремума функции нескольких переменных: метод сетки, метод штрафных функций, метод проекций.

5. Динамическое программирование.

Принцип оптимальности Беллмана. Основная вычислительная схема динамического программирования. Метод дифференциального динамического программирования. Примеры решения задач в электроэнергетике.

3.3. Темы практических занятий

5 семестр

Интерполяция функции (2 часа).

Аппроксимация функции (2 часа)

Построение эмпирических и теоретических кривых повторяемости и обеспеченности среднечасовой скорости ветра за годовой период (4 часа).

Симплекс-метод. Геометрическая интерпретация. Транспортная задача (4 часа).

Численные методы поиска безусловного экстремума функции одной переменной нулевого порядка: метод равномерного распределения точек по отрезку, метод трех точек, метод золотого сечения, метод Фибоначчи, адаптивный метод, метод деления отрезка пополам (4 часа).

Численные методы поиска безусловного экстремума функции одной переменной первого порядка: метод биссекций, метод хорд, метод секущих, метод касательных, метод Стеффенсона. Численный метод поиска экстремума функции одной переменной второго порядка: метод Ньютона (4 часа).

Численные методы поиска безусловного экстремума функции нескольких переменных: покоординатный спуск, Хука и Дживса, деформированного многогранника, случайный локальный поиск, градиентный метод, метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов, метод Ньютона (4 часа).

Аналитические методы поиска условного и безусловного экстремума функции нескольких переменных (2 часа).

Численные методы поиска условного экстремума функции нескольких переменных: метод сетки, метод штрафных функций, метод проекций (2 часа).

Метод дифференциального динамического программирования. Элементы теории графов. Применение матричных методов для анализа установившегося режима ЭЭС (4 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

3.5. РГР

Тип РГР: расчетное задание.

Тематика расчетных заданий

5 семестр

Применение матричных методов для анализа установившихся режимов электрических систем.

3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
методы приближения функции для обработки данных	ИД-1 _{пк-4}	X					Тест «Интерполяция и аппроксимация»
элементы теории вероятностей и математической статистики для анализа данных	ИД-1 _{пк-4}		X				Тест «Элементы теории вероятностей и математической статистики»
методы линейного программирования для получения конкурентно-способных вариантов решений	ИД-1 _{пк-4}			X			Тест «Линейное программирование»
методы нелинейного программирования для получения конкурентно-способных вариантов решений	ИД-1 _{пк-4}				X		Тест «Методы нелинейного программирования»
динамическое программирование для получения конкурентно-способных вариантов решений	ИД-1 _{пк-4}					X	Тест «Динамическое программирование»
Уметь:							
выполнять расчеты по интерполяции и аппроксимации ряда значений	ИД-1 _{пк-4}	X					Защита расчетного задания «Интерполяция и аппроксимация»
выполнять расчеты по построению эмпирических и теоретических кривых повторяемости и обеспеченности ряда значений	ИД-1 _{пк-4}		X				Защита расчетного задания «Построение эмпирических и теоретических кривых повторяемости и обеспеченности среднечасовой скорости ветра за годовой период»
выполнять расчеты по определению безусловного экстремума функции одной переменной	ИД-1 _{пк-4}				X		Защита расчетного задания «Численные методы поиска безусловного экстремума функции одной переменной»
выполнять расчеты по определению безусловного экстремума функции нескольких переменных	ИД-1 _{пк-4}				X		Защита расчетного задания «Численные методы поиска безусловного экстремума функции нескольких переменных»
выполнять расчеты по оптимизации функции на базе динамического программирования. Выполнять расчеты элементов теории графов и расчет установившегося режима ЭЭС.	ИД-1 _{пк-4}					X	Контрольная работа №1

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

5 семестр

– тестирование:

1. Тест «Интерполяция и аппроксимация»
2. Тест «Элементы теории вероятностей и математической статистики»
3. Тест «Линейное программирование»
4. Тест «Методы нелинейного программирования»
5. Тест «Динамическое программирование»

– контрольные работы:

1. Контрольная работа №1

–защита расчетных заданий:

1. «Интерполяция и аппроксимация»
2. «Построение эмпирических и теоретических кривых повторяемости и обеспеченности среднечасовой скорости ветра за годовой период»
3. «Численные методы поиска безусловного экстремума функции одной переменной»
4. «Численные методы поиска безусловного экстремума функции нескольких переменных»

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

5 семестр

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Диков, А.В. Математическое моделирование и численные методы : учебное пособие / А.В. Диков, С.В. Степанова ; ред. Г.В. Сугробов. – Пенза : Пензенский государственный педагогический университет (ППУ), 2000. – 162 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=96973>– Текст : электронный.

2. Кибзун, А.И. Теория вероятностей и математическая статистика: Базовый курс с примерами и задачами / А.И. Кибзун, Е.Р. Горяинова, А.В. Наумов ; ред. А.И. Кибзун. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Физматлит, 2007. – 232 с. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69320>. – ISBN 978-5-9221-0836-2. – Текст : электронный.

3. Ветроэнергетика: учебное пособие/ Васьков А.Г. и др.– М: Издательство МЭИ, 2016. – 384 с.

4. Лунгу, К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач : учебное пособие / К.Н. Лунгу. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Физматлит, 2009. – 132 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82255> – ISBN 978-5-9221-1029-7. – Текст : электронный.

5. Кремлёв, А.Г. Методы оптимизации: учебное пособие / А.Г. Кремлёв. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. – 192 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239827>– ISBN 978-5-7996-0770-8. – Текст : электронный.

6. Малинин, Н. К. Оптимизация режимов ГЭС и ГАЭС методом динамического программирования: Учебное пособие по курсам "Математические задачи гидроэнергетики" и "Теоретические основы гидроэнергетики" / Н. К. Малинин ; Ред. М. Г. Тягунов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1991 . – 112 с.

7. К. Л. Самаров. Элементы теории графов. Динамическое программирование. Сетевое планирование. ООО «Резольвента» 2009, <http://www.resolventa.ru/>

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: не используется.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ВИЭ

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Интерполяция и аппроксимация»
- КМ-2 Выполнение и защита расчетного задания «Интерполяция и аппроксимация»
- КМ-3 Тест «Элементы теории вероятностей и математической статистики»
- КМ-4 Выполнение и защита расчетного задания «Построение эмпирических и теоретических кривых повторяемости и обеспеченности среднечасовой скорости ветра за годовой период»
- КМ-5 Тест «Линейное программирование»
- КМ-6 Тест «Методы нелинейного программирования»
- КМ-7 Выполнение и защита расчетного задания «Численные методы поиска безусловного экстремума функции одной переменной»
- КМ-8 Выполнение и защита расчетного задания «Численные методы поиска безусловного экстремума функции нескольких переменных»
- КМ-9 Тест «Динамическое программирование»
- КМ-10 Контрольная работа №1

Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины = 4 з.е. (без учета КП/КР)

Номер раздел а	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
		Неделя КМ:	2	4	5	6	7	8	10	12	14	15
1	Приближение функций		+	+								
2	Элементы теории вероятностей и математической статистики				+	+						
3	Линейное программирование						+	+				
4	Нелинейное программирование								+	+		
5	Динамическое программирование										+	+
Вес КМ, %:			5	10	5	10	10	10	10	15	15	10