

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэлектростанции

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.11
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	5 семестр - 32 часа;
Практические занятия	5 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Расчетно-графическая работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Журавлев О.В.
	Идентификатор	Rb5a945ac-ZhuravlevOV-e0d81a9

(подпись)

О.В. Журавлев

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c5ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

(подпись)

А.Г. Васьков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение математического аппарата для решения задач энергетики возобновляемых источников энергии

Задачи дисциплины

- освоение методов теории вероятности для формирования структуры данных;
- изучение методов оптимизации при решении энергетических задач;
- изучение основных численных методов используемых при решении задач энергетики;
- освоение методов математической статистики для анализа данных;
- расширение спектра решаемых задач междисциплинарного взаимодействия.

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 гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии	ИД-1ПК-4 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, сопоставляет конкурентно-способные варианты технических решений	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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 и нескольких переменных;- выполнять расчеты по оптимизации функции на базе динамического программирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэлектростанции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Базируется на дисциплинах: «Высшая математика» и «Электростанции на основе ВИЭ»
- уметь Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Теоретические основы гидроэнергетики», «Физические основы использования возобновляемых источников энергии», «Теоретические основы возобновляемой энергетики», «Инженерная гидрология» и при выполнении выпускной квалификационной работы

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Приближение функций	27	5	6	-	6	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение расчетного задания №1
1.1	Приближение функций	27		6	-	6	-	-	-	-	-	15	-	
2	Элементы теории вероятностей и математической статистики	25		6	-	4	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение расчетного задания №2
2.1	Элементы теории вероятностей и математической статистики	25		6	-	4	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к тестированию
3	Линейное программирование	29		8	-	6	-	-	-	-	-	15	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 198-284 [3], 53-85, 155-165
3.1	Линейное программирование	29		8	-	6	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе №1
4	Нелинейное программирование	29		6	-	8	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к тестированию
4.1	Нелинейное программирование	29		6	-	8	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к тестированию <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к выполнению расчетного задания №3 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к выполнению расчетного задания №4

													Подготовка к тестированию <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 1-191
5	Динамическое программирование	34	6	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе №2
5.1	Динамическое программирование	34	6	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к тестированию <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 6-101 [6], 1-150
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	-	32		2		-	0.5		113.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Приближение функций

1.1. Приближение функций

Интерполяция функции. Аппроксимация функции.

2. Элементы теории вероятностей и математической статистики

2.1. 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

3.1. Линейное программирование

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

4. Нелинейное программирование

4.1. Нелинейное программирование

Постановка задачи. Критерии сходимости итерационного процесса. Классификация методов. Численные методы поиска решения функции одной переменной нулевого порядка. Численные методы поиска решения функции одной переменной первого порядка. Численный метод поиска решения функции одной переменной второго порядка: метод Ньютона. Численные методы поиска безусловного экстремума функции нескольких переменных. Численные методы поиска условного экстремума функции нескольких переменных.

5. Динамическое программирование

5.1. Динамическое программирование

Основная вычислительная схема динамического программирования. Метод дифференциального динамического программирования.

3.3. Темы практических занятий

1. Элементы теории вероятности и математическая статистика;
2. Аппроксимация функции;
3. Интерполяция функции;
4. Нелинейное программирование;
5. Динамическое программирование.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Приближение функций"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Элементы теории вероятностей и математической статистики"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Линейное программирование"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Нелинейное программирование"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Динамическое программирование"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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:							
динамическое программирование для получения конкурентно-способных вариантов решений	ИД-1ПК-4					+	Контрольная работа/КР2 "Метод динамического программирования" Тестирование/Тест5 "Метод динамического программирования"
методы нелинейного программирования для получения конкурентно-способных вариантов решений	ИД-1ПК-4				+		Тестирование/Тест4 "Нелинейное программирование"
методы линейного программирования для получения конкурентно-способных вариантов решений	ИД-1ПК-4			+			Тестирование/Тест3 "Линейное программирование"
элементы теории вероятностей и математической статистики для анализа данных	ИД-1ПК-4		+				Тестирование/Тест2 "Элементы теории вероятности и математической статистики"
методы приближения функции для обработки данных	ИД-1ПК-4	+					Тестирование/Тест1 "Интерполяция"
Уметь:							
выполнять расчеты по оптимизации функции на базе динамического программирования	ИД-1ПК-4					+	Расчетно-графическая работа/РГР4 "Численные методы поиска безусловного экстремума функции нескольких переменных"
выполнять расчеты по определению безусловного экстремума функции одной и нескольких переменных	ИД-1ПК-4				+		Расчетно-графическая работа/РГР3 "Численные методы поиска безусловного экстремума функции одной переменной"
выполнять расчеты на базе методов линейного программирования по определению условного экстремума функции нескольких переменных	ИД-1ПК-4			+			Контрольная работа/КР1 "Линейное программирование"
выполнять расчеты по построению эмпирических и	ИД-1ПК-4		+				Расчетно-графическая работа/РГР2 "Построение

теоретических кривых повторяемостей и обеспеченности ряда значений						ЭКО и ТКО, повторяемости среднечасовой скорости ветра за годовой период "
выполнять расчеты по интерполяции и аппроксимации ряда значений	ИД-1 _{ПК-4}	+				Расчетно-графическая работа/РГР1 "Интерполяция и аппроксимация"

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест1 "Интерполяция" (Тестирование)
2. Тест2 "Элементы теории вероятности и математической статистики" (Тестирование)
3. Тест3 "Линейное программирование" (Тестирование)
4. Тест4 "Нелинейное программирование" (Тестирование)
5. Тест5 "Метод динамического программирования" (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. КР1 "Линейное программирование" (Контрольная работа)
2. КР2 "Метод динамического программирования" (Контрольная работа)
3. РГР1 "Интерполяция и аппроксимация" (Расчетно-графическая работа)
4. РГР2 "Построение ЭКО и ТКО, повторяемости среднечасовой скорости ветра за годовой период" (Расчетно-графическая работа)
5. РГР3 "Численные методы поиска безусловного экстремума функции одной переменной" (Расчетно-графическая работа)
6. РГР4 "Численные методы поиска безусловного экстремума функции нескольких переменных" (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Для получения итоговой оценки используется усредненная величина промежуточной аттестации и текущей аттестации

В диплом выставляется 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. Ветроэнергетика : учебное пособие по курсам "Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики", "Физические основы использования возобновляемых источников энергии" и др. / А. Г. Васьков, Г. В. Дерюгина, Н. К. Малинин, Р. В. Пугачев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 384 с. - ISBN 978-5-7046-1765-5 . http://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8650;
2. Лунгу, К. Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач : учебное пособие для вузов по экономическим и техническим специальностям / К. Н. Лунгу . – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Физматлит, 2009 . – 132 с. - ISBN 978-5-9221-1029-7 .;
3. Кибзун, А. И. Теория вероятностей и математическая статистика: Базовый курс с примерами и задачами : учебное пособие для вузов / А. И. Кибзун, Е. Р. Горяинова, А. В.

- Наумов . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Физматлит, 2014 . – 232 с. - ISBN 978-5-9221-1484-4 .;
4. Малинин, Н. К. Сборник задач по курсу "Теоретические основы гидроэнергетики": Расчеты водноэнергетических режимов ГЭС и ГАЭС / Н. К. Малинин ; Ред. М. Г. Тягунов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М., 1985 . – 80 с.;
5. Гончаров, В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов по специальностям "Прикладная математика и информатика (специалист)", "Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем (специалист)" / В. А. Гончаров, Нац. исслед. ун-т МИЭТ . – М. : Юрайт, 2015 . – 191 с. – (Бакалавр. Базовый курс) . - ISBN 978-5-9916-3642-1 .;
6. Тягунов, М. Г. Управление режимами ГЭС : Учебное пособие для вузов по специальности "Гидроэлектроэнергетика" / М. Г. Тягунов ; Ред. В. И. Обрезков ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1984 . – 168 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Python.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран

текущего контроля		
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-204а, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, кондиционер, телевизор
	Г-310, Учебная лаборатория "Гидроэнергетика"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-204а, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, кондиционер, телевизор
	Г-310, Учебная лаборатория "Гидроэнергетика"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Г-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования,

		сменные запчасти для ЭВМ
--	--	--------------------------

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические задачи возобновляемой энергетики

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест1 "Интерполяция" (Тестирование)
- КМ-2 РГР1 "Интерполяция и аппроксимация" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Тест2 "Элементы теории вероятности и математической статистики" (Тестирование)
- КМ-4 РГР2 "Построение ЭКО и ТКО, повторяемости среднечасовой скорости ветра за годовой период " (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Тест3 "Линейное программирование" (Тестирование)
- КМ-6 КР1 "Линейное программирование" (Контрольная работа)
- КМ-7 Тест4 "Нелинейное программирование" (Тестирование)
- КМ-8 РГР3 "Численные методы поиска безусловного экстремума функции одной переменной" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-9 РГР4 "Численные методы поиска безусловного экстремума функции нескольких переменных" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-10 Тест5 "Метод динамического программирования" (Тестирование)
- КМ-11 КР2 "Метод динамического программирования" (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10	КМ -11
		Неделя КМ:	2	4	5	6	7	8	10	12	14	15	16
1	Приближение функций												
1.1	Приближение функций		+	+									
2	Элементы теории вероятностей и математической статистики												
2.1	Элементы теории вероятностей и математической статистики				+	+							
3	Линейное программирование												
3.1	Линейное программирование						+	+					
4	Нелинейное программирование												

4.1	Нелинейное программирование							+	+			
5	Динамическое программирование											
5.1	Динамическое программирование									+	+	+
Вес КМ, %:		5	10	5	10	5	10	10	15	15	5	10