

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

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06.03.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	1 семестр - 32 часа;
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Афонин П.В.
	Идентификатор	Re3946bb8-AfoninPV-423b16b6

П.В. Афонин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чернецов А.М.
	Идентификатор	Re594826f-ChernetsovAM-0080e09

А.М. Чернецов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

П.Р.
Варшавский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение метаэвристических алгоритмов для построения систем искусственного интеллекта.

Задачи дисциплины

- ознакомление с классификацией методов глобального поиска и основами метаэвристических алгоритмов;
- изучение генетического алгоритма;
- изучение алгоритма эволюционной стратегии;
- применение метаэвристических алгоритмов для решения практических задач.

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-1 Способен выполнять работы на всем жизненном цикле информационных систем в выбранной среде разработки компьютерного ПО	ИД-2ПК-1 Демонстрирует знание современных программно-технических средств, информационных технологий и тенденции их развития	знать: - принцип работы генетического алгоритма; - принцип работы алгоритма эволюционной стратегии; - основные программные средства для построения и реализации метаэвристических алгоритмов; - классификацию методов глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы. уметь: - применять генетический алгоритм для решения задач поиска глобального оптимума; - применять алгоритм эволюционной стратегии для решения задач поиска глобального оптимума.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей (далее – ОПОП), направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы	27	1	4	8	-	-	-	-	-	-	15	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 20-56</p>	
1.1	Классификация методов оптимизации (для функций на основе концепции «черный ящик» и комбинаторных задач). Знакомство с основными метаэвристическими алгоритмами	27		4	8	-	-	-	-	-	-	15	-		
2	Генетический алгоритм	27		4	8	-	-	-	-	-	-	-	15	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Генетический алгоритм"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Генетический алгоритм"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 10-45</p>
2.1	Общее описание генетического алгоритма	27		4	8	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
3	Эволюционные стратегии	27		4	8	-	-	-	-	-	-	-	15	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Эволюционные стратегии"</p>
3.1	Общие описание алгоритма	27	4	8	-	-	-	-	-	-	-	15	-		

	эволюционные стратегии												<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему выполнения лабораторной работы <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 30-95
4	Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов	27	4	8	-	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> В рамках выполнения задания студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой задания, подготовить презентацию для выступления по результатам работы. В качестве задания студенту предлагаются варианты, связанные с применением любого метаэвристического алгоритма для решения актуальной практической оптимизационной задачи. Практическая задача (желательно) должна соответствовать тематике будущей магистерской диссертации <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 350-400
4.1	Гибридные системы имитационного моделирования на основе метаэвристических алгоритмов и метамоделей	27	4	8	-	-	-	-	-	-	15	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	32	-	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	32	-	2	-	-	0.5	93.5			

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. Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы

1.1. Классификация методов оптимизации (для функций на основе концепции «черный ящик» и комбинаторных задач). Знакомство с основными метаэвристическими алгоритмами и комбинаторных задач. Понятие локальной и глобальной оптимизации. Эвристики и метаэвристики: определения. Методы локальной оптимизации для целевых функций на основе концепции «черный ящик». Методы глобальной оптимизации для целевых функций на основе концепции «черный ящик» и комбинаторных задач. Набросовые алгоритмы. Поиск с запретами. Гармонический поиск. Алгоритм имитации отжига. Генетический алгоритм. Эволюционная стратегия. Алгоритм муравьиных колоний. Алгоритм роя частиц.

2. Генетический алгоритм

2.1. Общее описание генетического алгоритма

Генетические алгоритмы (ГА): Основные понятия и определения. Связь модели ГА с задачей оптимизации. Блок-схема ГА: Краткое описание блоков. Общая (вспомогательная) схема ГА.. Основные способы реализации операторов генетического алгоритма. Способы кодирования решений в ГА. Способы задания начальной популяции в ГА. Требования к заданию функции пригодности в ГА. Оператор скрещивания в ГА: Способы выбора родительской пары решений. Оператор скрещивания в ГА: Способы реализации оператора скрещивания особей (строк-хромосом) в ГА. Оператор мутации в ГА: Основные способы реализации оператора мутации. Схемы формирования репродукционной группы в ГА. Оператор отбора в ГА: этапы, схемы отбора. Критерии останова ГА.. Модели генетических алгоритмов. Гибридный ГА. Параллельный ГА. Макромодель с миграцией особей (островная модель).. Применение генетического алгоритма для решения практических задач. Решение задачи коммивояжера с помощью генетического алгоритма (классический способ кодирования строки). Решение задачи коммивояжера с помощью генетического алгоритма (метод кодирования эвристик). Решение задачи трассировки соединений с помощью генетического алгоритма..

3. Эволюционные стратегии

3.1. Общие описание алгоритма эволюционные стратегии

Определение и область применения алгоритма эволюционной стратегии. Отличительные особенности алгоритма эволюционной стратегии. Представление строки-хромосомы. Базовый алгоритм эволюционной стратегии.. Способы реализации операторов эволюционной стратегии. Некоррелируемая мутация с одинаковым отклонением по осям. Некоррелируемая мутация с различным отклонением по осям. Коррелируемая мутация. Оператор отбора.. Принцип работы алгоритма эволюционной стратегии. Адаптивные свойства эволюционной стратегии на примере задачи с плавающим оптимумом. Принцип работы эволюционной стратегии на примере задачи смешивания цветов..

4. Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов

4.1. Гибридные системы имитационного моделирования на основе метаэвристических алгоритмов и метамоделей

Постановка задачи оптимизации на основе имитационного моделирования. Простейшая гибридная система на основе имитационного моделирования. Метамодел: определение,

основные подходы к построению. Гибридная система на основе имитационного моделирования с использованием метамоделей: методы организации вычислений..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы;
2. Генетический алгоритм;
3. Эволюционные стратегии;
4. Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Генетический алгоритм"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Эволюционные стратегии"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов"

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	
Знать:						
классификацию методов глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы	ИД-2ПК-1	+				Контрольная работа/Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы
основные программные средства для построения и реализации метаэвристических алгоритмов	ИД-2ПК-1				+	Лабораторная работа/Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов
принцип работы алгоритма эволюционной стратегии	ИД-2ПК-1			+		Лабораторная работа/Эволюционные стратегии
принцип работы генетического алгоритма	ИД-2ПК-1		+			Контрольная работа/Генетический алгоритм
Уметь:						
применять алгоритм эволюционной стратегии для решения задач поиска глобального оптимума	ИД-2ПК-1			+		Лабораторная работа/Эволюционные стратегии
применять генетический алгоритм для решения задач поиска глобального оптимума	ИД-2ПК-1		+			Контрольная работа/Генетический алгоритм

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов (Лабораторная работа)
2. Эволюционные стратегии (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Генетический алгоритм (Контрольная работа)
2. Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

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

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Вирсански Э.- "Генетические алгоритмы на Python", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2020 - (286 с.)
<https://e.lanbook.com/book/179496>;
2. Емельянов, В. В. Теория и практика эволюционного моделирования / В. В. Емельянов, В. М. Курейчик, В. В. Курейчик. – М. : Физматлит, 2003. – 432 с. – (Проблемы искусственного интеллекта). – ISBN 5-922103-37-7.;
3. Аттетков, А. В. Методы оптимизации : учебник для втузов / А. В. Аттетков, С. В. Галкин, В. С. Зарубин. – 2-е изд., стер. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 440 с. – (Математика в техническом университете ; Вып. 14). – ISBN 5-7038-1770-6..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Visual Studio;
5. Scilab.

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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-805, Учебная аудитория каф. "ПМИИ"	парта со скамьей, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-708, Дисплейный класс каф. "ПМИИ"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
	М-706, Дисплейный класс каф. "ПМИИ"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-805, Учебная аудитория каф. "ПМИИ"	парта со скамьей, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-706а, Консультационный зал кафедры ПМИИ	парта со скамьей, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-703а/1, Кладовая каф. "ПМИИ"	стеллаж для хранения книг, тумба, экран, ноутбук, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Метаэвристические алгоритмы

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы (Контрольная работа)
- КМ-2 Генетический алгоритм (Контрольная работа)
- КМ-3 Эволюционные стратегии (Лабораторная работа)
- КМ-4 Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы					
1.1	Классификация методов оптимизации (для функций на основе концепции «черный ящик» и комбинаторных задач). Знакомство с основными метаэвристическими алгоритмами		+			
2	Генетический алгоритм					
2.1	Общее описание генетического алгоритма			+		
3	Эволюционные стратегии					
3.1	Общие описание алгоритма эволюционные стратегии				+	
4	Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов					
4.1	Гибридные системы имитационного моделирования на основе метаэвристических алгоритмов и метамоделей					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25