

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

Направление подготовки/специальность: 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Наименование образовательной программы: Информационные технологии и системы искусственного интеллекта

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Метаэвристические алгоритмы**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	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	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

П.Р.
Варшавский

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

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен осуществлять поддержку разработки информационных систем, методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с данными и знаниями

ИД-1 Осуществляет поддержку разработки прототипов ИС на основе накопленного опыта

ИД-3 Разрабатывает рекомендации по внедрению и использованию методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с данными и знаниями

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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)

БРС 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.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы					

Классификация методов оптимизации (для функций на основе концепции «черный ящик» и комбинаторных задач). Знакомство с основными метаэвристическими алгоритмами	+			
Генетический алгоритм				
Общее описание генетического алгоритма		+		
Эволюционные стратегии				
Общие описание алгоритма эволюционные стратегии			+	
Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов				
Гибридные системы имитационного моделирования на основе метаэвристических алгоритмов и метамоделей				+
Вес КМ:	25	25	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 _{ПК-1} Осуществляет поддержку разработки прототипов ИС на основе накопленного опыта	Знать: принцип работы генетического алгоритма Уметь: применять генетический алгоритм для решения задач поиска глобального оптимума	КМ-2 Генетический алгоритм (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-3 _{ПК-1} Разрабатывает рекомендации по внедрению и использованию методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с данными и знаниями	Знать: принцип работы алгоритма эволюционной стратегии основные программные средства для построения и реализации метаэвристических алгоритмов классификацию методов глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы Уметь: применять алгоритм эволюционной стратегии для решения задач поиска	КМ-1 Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы (Контрольная работа) КМ-3 Эволюционные стратегии (Лабораторная работа) КМ-4 Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов (Лабораторная работа)

		глобального оптимума	
--	--	----------------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Методы глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа в аудитории.

Краткое содержание задания:

Представить классификации методов оптимизации (для функций на основе концепции «черный ящик» и комбинаторных задач).

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: классификацию методов глобального поиска и основные метаэвристические алгоритмы	1. Что понимается под локальной оптимизацией? 2. Что понимается под глобальной оптимизацией? 3. Чем отличаются эвристики от метаэвристик?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Генетический алгоритм

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа в аудитории 60 мин.

Краткое содержание задания:

Решить задачу в соответствии с вариантом задания

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принцип работы генетического алгоритма	1.Как связана модель ГА с задачей оптимизации? 2.Какие имеются способы кодирования решений в ГА? 3.Перечислите критерии останова ГА. 4.Какие существуют способы реализации оператора мутации?
Уметь: применять генетический алгоритм для решения задач поиска глобального оптимума	1.Выполнить моделирование 3-х поколений работы генетического алгоритма для решения задачи нахождения максимума функции: $F(x,y,z) = 3x+2y-5z$, на интервале $[0,7]$ для x,y,z . Параметры алгоритма: • начальная популяция: (1;5;7); (3;2;4); (5;4;3); (4;3;3); (6;0;5); (1;2;3). • кодирование строк: код Грея. • выбор пары: ассортативное скрещивание. • кроссинговер: двухточечный. • мутация: генная. • схема формирования репродукционной группы: общая (родители + потомки). • схема отбора – 6 лучших особей из репродукционной группы.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Эволюционные стратегии

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Заранее определяется индивидуальное задание по исследованию эволюционных стратегий, формулируются общие

требования к его выполнению и рекомендации для самостоятельной работы. Защита задания (лабораторной работы) осуществляется по завершению выполнения во время проведения лабораторных работ путем демонстрации выполненной работы с различными настройками и ответов на контрольные вопросы.

Краткое содержание задания:

В лабораторной работе изучаются основные эволюционные стратегии.

Каждый студент выполняет индивидуальное задание по исследованию эволюционной стратегии, самостоятельно определяет способ представления, выбирает различные настройки и др.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принцип работы алгоритма эволюционной стратегии	1.Приведите примеры эволюционных стратегий. 2.Какие основные этапы в базовом алгоритме эволюционной стратегии?
Уметь: применять алгоритм эволюционной стратегии для решения задач поиска глобального оптимума	1.Выполнить моделирование 5-ти поколений работы эволюционной стратегии (1,3) для решения задачи нахождения минимума функции: $F(x,y,z) = x - 2y + z$, на интервале $[0,7]$ для x,y,z . Параметры стратегии: • скрещивание: нет; • мутация: некоррелируемая с одинаковыми отклонениями по осям; • начальная популяция: ((4;3;7); 0,5). Задание 2. Сгенерировать потомков для эволюционной стратегии (2,10). Параметры стратегии: • скрещивание: рекомбинация; • мутация: некоррелируемая с различными отклонениями по осям; • начальная популяция: ((5;2;8); (0,5;1;0,7)); ((1;6;3); (1,3;0,8;0,4)).

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Гибридные системы на основе метаэвристических алгоритмов

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита подготовленного задания на согласованную ранее тему осуществляется во время проведения лабораторной работы после выступления с презентацией по теме задания (студенту дается 5-7 минут на выступление) и устных ответов на вопросы (не более 5 минут вопросы от преподавателя).

Краткое содержание задания:

Необходимо изучить рекомендованную литературу, провести исследование по заранее выбранной и согласованной теме задания и подготовить отчёт по ЛР с презентацией.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные программные средства для построения и реализации метаэвристических алгоритмов	1. В чем заключается задача оптимизации на основе имитационного моделирования? 2. Дайте определение метамодели.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

	Кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта	Утверждаю Зав. кафедрой
	Дисциплина «Дискретные математические модели»	
	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15	«10» января 2024 г.

1. Описать критерии останова в генетических алгоритмах.

2. Описать адаптивные свойства эволюционной стратегии на примере задачи с плавающим оптимумом.

Лектор дисциплины _____ П.В.Афонин

Процедура проведения

Экзамен проводится устно по билетам в очной форме. На подготовку ответа на экзаменационный билет студенту дается 60 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Осуществляет поддержку разработки прототипов ИС на основе накопленного опыта

Вопросы, задания

1. Генетические алгоритмы (ГА): Основные понятия и определения. Связь модели ГА с задачей оптимизации.
2. Блок-схема ГА: Краткое описание блоков. Общая (вспомогательная) схема ГА.
3. Способы кодирования решений в ГА.
4. Способы задания начальной популяции в ГА.
5. Требования к заданию функции пригодности в ГА.
6. Оператор скрещивания в ГА: Способы выбора родительской пары решений.
7. Оператор скрещивания в ГА: Способы реализации оператора скрещивания особей (строк- хромосом) в ГА.
8. Оператор мутации в ГА: Основные способы реализации оператора мутации.
9. Схемы формирования репродукционной группы в ГА.
10. Оператор отбора в ГА: этапы, схемы отбора.
11. Критерии останова ГА.
12. Модели ГА: гибридный ГА, параллельный ГА, макромодель с миграцией.
13. Решение задачи коммивояжера с помощью генетического алгоритма. Классический способ кодирования строки. Примеры.
14. Решение задачи коммивояжера с помощью генетического алгоритма. Метод кодирования эвристик. Примеры.
15. Решение задачи трассировки соединений с помощью генетического алгоритма.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Требования к заданию функции пригодности (ФП) в генетических алгоритмах
Ответы:

- 1) ФП должна быть дифференцируемой
 - 2) ФП должна быть больше 0
 - 3) ФП должна иметь разнообразный ландшафт
 - 4) ФП должна быть обратной к целевой функции оптимизационной задачи
 - 5) ФП должна зависеть от способа задания начальной популяции
- Верный ответ: 2) ФП должна быть больше 0 3) ФП должна иметь разнообразный ландшафт

2. Как называются операторы скрещивания в генетическом алгоритме?

Ответы:

- 1) Кроссинговер
- 2) Рекомбинация
- 3) Перестановка
- 4) Репродукция
- 5) Пересечение

Верный ответ: 1) Кроссинговер 2) Рекомбинация

2. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-1 Разрабатывает рекомендации по внедрению и использованию методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с данными и знаниями

Вопросы, задания

1. Задачи оптимизации для целевых функций на основе концепции «черный ящик». Понятие локальной и глобальной оптимизации. Эвристики и метаэвристики: определения.
2. Методы локальной оптимизации для целевых функций на основе концепции «черный ящик».
3. Методы глобальной оптимизации для целевых функций на основе концепции «черный ящик».
4. Эволюционные стратегии. Общее описание. Представление строки-хромосомы. Базовый алгоритм эволюционной стратегии.
5. Оператор мутации в эволюционных стратегиях: принцип работы. Некоррелируемая мутация с одинаковым отклонением по осям.
6. Оператор мутации в эволюционных стратегиях: принцип работы. Некоррелируемая мутация с различным отклонением по осям.
7. Оператор мутации в эволюционных стратегиях: принцип работы. Коррелируемая мутация.
8. Адаптивные свойства эволюционной стратегии на примере задачи с плавающим оптимумом.
9. Оператор отбора в эволюционных стратегиях: способы реализации. Принцип работы эволюционной стратегии на примере задачи смешивания цветов.
10. Постановка задачи оптимизации на основе имитационного моделирования. Простейшая гибридная система на основе имитационного моделирования.
11. Метамодел: определение, основные подходы к построению. Гибридная система на основе имитационного моделирования с использованием метамоделей: методы организации вычислений.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие алгоритмы оптимизации применяются для поиска глобального оптимума?
- Ответы:
- 1) Метод Хука-Дживса
 - 2) Поиск с запретами
 - 3) Алгоритм имитации отжига

4) Жадная эвристика

Верный ответ: 2) Поиск с запретами 3) Алгоритм имитации отжига

2. Способы реализации мутации в эволюционной стратегии

Ответы:

1) Битовая мутация

2) Генная мутация

3) Коррелируемая мутация с одинаковым отклонением по осям

4) Коррелируемая мутация с различным отклонением по осям

5) Некоррелируемая мутация с различным отклонением по осям

Верный ответ: 4) Коррелируемая мутация с различным отклонением по осям 5)

Некоррелируемая мутация с различным отклонением по осям

3. С помощью каких методов (подходов) можно реализовать построение метамоделей на основе экспериментов с имитационной моделью?

Ответы:

1) Регрессионные модели

2) Экспертные системы

3) Генетические алгоритмы

4) Многослойные перцептроны

5) Эвристики

Верный ответ: 1) Регрессионные модели 4) Многослойные перцептроны

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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