

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
Кафедра «Программного обеспечения автоматизированных систем»



ПРЖДАЮ:  
Ректор  
В. Дубив  
2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

## **СТРУКТУРЫ И АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

образовательной программы высшего образования --  
программы магистратуры

**09.04.04 Программная инженерия**  
направленность

*Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных  
в информационно-вычислительных системах*

формы обучения – очная

Курган 2020

Рабочая программа составлена в соответствии с учебными планами программы магистратуры Программная инженерия (Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных в информационно-вычислительных системах) очной формы обучения, утвержденными 28.08.2020 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры Программного обеспечения автоматизированных систем 30.08.2020 года, протокол № 1.

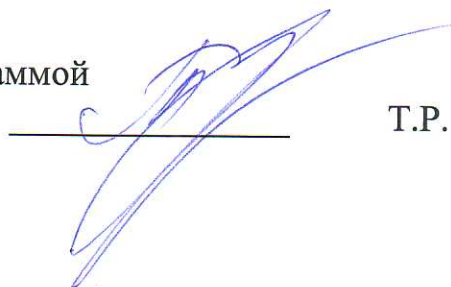
Рабочую программу составил:

Доцент кафедры  
«Программное обеспечение  
автоматизированных систем»  
к.т.н., доцент



А.М. Семахин

Заведующий кафедрой  
«Программное обеспечение  
автоматизированных систем»,  
руководитель магистерской программой  
к.т.н., доцент



Т.Р. Змызгова

Согласовано:

Начальник  
Управления  
образовательной деятельности



С.Н. Сеницын

Специалист  
по учебно-методической работе  
Учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость – 4 зач. ед. (144 акад. часа)

Виды учебной работы	Распределение трудоемкости по семестрам и видам учебных занятий (акад. часов)	
	Очная форма обучения	
	Всего	1-й семестр
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Лекции	24	24
Лабораторные занятия	24	24
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>96</b>	<b>96</b>
Подготовка к экзамену	27	27
Прочие виды	69	69
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Структуры и алгоритмы обработки данных» включена в модуль «Анализ данных и машинное обучение» обязательной части блока 1 учебного плана. Для освоения дисциплины необходимы компетенции в области программирования, типовых структур данных и анализа алгоритмов, формируемые соответствующими дисциплинами программ бакалавриата. Результаты изучения дисциплины используются при освоении профильных дисциплин, включенных в модули «Анализ данных и машинное обучение», «Технологии распределённой обработки данных» и «Прикладные задачи интеллектуального анализа данных».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

*Основная цель* изучения дисциплины – формирование теоретических знаний алгоритмов методов эволюционной оптимизации и оптимизации машинного обучения и приобретение практических навыков формализации их на ПЭВМ с помощью языков высокого уровня.

*Задачи* дисциплины:

1) изучение:

- алгоритмов градиентных методов оптимизации;
- алгоритмов эволюционной оптимизации, в том числе:

- базовых форм и механизмов генетической изменчивости организмов, законов и принципов популяционной генетики и эволюционной изменчивости;
- математических моделей процесса эволюции и стратегий генетического поиска;
- базовых принципов и основных подходов к построению совместных схем локального и генетического поиска оптимальных решений;
- архитектуры и стратегии генетического поиска оптимальных решений.

2) практическое освоение:

- среды программирования на языке Python, библиотек NumPy, TensorFlow;
- среды программирования Microsoft Visual Studio Community 2019, языков программирования Visual C++, VisualC#;
- методики решения задач с применением методов эволюционной оптимизации и оптимизации машинного обучения.

**Компетенции**, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач (ОПК-2);
- способность разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем (ОПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие **результаты обучения**:

*Должен знать:*

- современные интеллектуальные технологии, алгоритмы и методы решения профессиональных задач (ОПК 2);
- методику разработки и модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем (ОПК 5).

*Должен уметь:*

- разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач (ОПК 2);
- разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем (ОПК 5).

*Должен владеть:*

- навыками разработки оригинальных алгоритмов и программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач (ОПК 2);
- навыками разработки и модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем (ОПК 5).

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Учебно-тематический план

Разделы дисциплины		Часов контактной работы с преподавателем	
№	Наименование	Очная форма обучения	
		Лекции	Лабораторные занятия
1	Введение в оптимизацию	2	2
2	Градиентные методы спуска	2	2
3	Сопряжённый градиентный метод	2	2
4	Стохастический градиентный метод	2	2
	Рубежный контроль №1	-	2
5	Генетические алгоритмы	4	4
6	Метод симуляции восстановления	4	4
7	Алгоритм оптимизации на основе муравьиной кучи	4	2
8	Алгоритм оптимизации на основе роя частиц	4	2
	Рубежный контроль №2	-	2
Всего по дисциплине:		<b>24</b>	<b>24</b>

### 4.2 Содержание лекционных занятий

Наименование и содержание лекции	Часов контактной работы с преподавателем
	Очная форма
<b>Раздел №1. ГРАДИЕНТНЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ</b>	
<b>Лекция 1. Введение в оптимизацию</b> Цели и задачи изучения дисциплины; взаимосвязи с другими дисциплинами учебных планов, обзор рабочей программы и учебно-	<b>2</b>

методических материалов. Понятие о задачах оптимизации. Постановка оптимизационной задачи. Виды оптимизаций: численная оптимизация. неограниченная оптимизация. ограниченная оптимизация. многокритериальная оптимизация. комбинаторная оптимизация.	
<b>Лекция 2. Градиентные методы спуска</b> Градиентный метод спуска с постоянным шагом. Формальное описание алгоритма. Этапы градиентного метода. Градиент. Антиградиент. Свойство антиградиента. Теоремы. Следствия. Сходимость градиентных методов. Анализ метода градиентного спуска. Пример. Преимущества и недостатки. Область применения. Метод наискорейшего градиентного спуска. Постановка задачи. Стратегия решения задачи. Алгоритм метода наискорейшего градиентного спуска. Геометрическая интерпретация. Оценка скорости сходимости. Замечания. Пример. Преимущества и недостатки. Область применения.	2
<b>Лекция 3. Сопряжённый градиентный метод</b> Понятие сопряжённых градиентов и их свойства. Постановка задачи. Стратегия решения задачи. Алгоритм метода сопряжённых градиентов. Замечания. Пример. Преимущества и недостатки. Область применения.	2
<b>Лекция 4. Стохастический градиентный метод</b> Классический стохастический алгоритм градиентного спуска (stochastic gradient descent, SGD). Сходимость метода стохастического градиентного спуска. Пример. Области применения. Преимущества и недостатки. Расширения и варианты: классический метод моментов (classical moment, CM), ускоренный градиентный метод Нестерова (Nesterov accelerated gradient, NAG), метод адаптивного градиента (adaptive gradient, AdaGrad), метод скользящего среднего (root mean square propagation, RMSProp), метод адаптивной оценки моментов (adaptive moment estimation, Adam).	2
<b>Раздел №2. АЛГОРИТМЫ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ</b>	
<b>Лекция 5. Генетические алгоритмы</b> Простой бинарный генетический алгоритм; инициализация, оценка, отбор, рекомбинирование (мутации). Регулируемые параметры и примеры генетического алгоритма. Простой непрерывный генетический алгоритм. Преимущества и недостатки. Математические модели генетических алгоритмов. Теория схем. Цепи Маркова. Марковские модели генетических алгоритмов. Системно-динамические модели генетических алгоритмов.	4
<b>Лекция 6. Метод симуляции восстановления</b> Алгоритм отжига: начальное решение, оценка решения, случайный поиск решения, критерий допуска. Снижение температуры,	4

повтор. Преимущества и недостатки. Режимы охлаждения: линейное, экспоненциальное, обратное, логарифмическое, обратное линейное, размерно-зависимое.	
<b>Лекция 7. Алгоритм оптимизации на основе муравьиной кучи</b> Модели феромона. Муравьиная система. Непрерывная оптимизация. Алгоритм муравья: граф, муравей, начальная популяция, движение муравья, путешествие муравья, Испарение фермента, повторный запуск. Преимущества и недостатки. Другие муравьиные системы: минимаксная муравьиная система, система муравьиной кучи.	4
<b>Лекция 8. Алгоритм оптимизации на основе роя частиц</b> Базовый алгоритм оптимизации на основе роя частиц: топология роя частиц. Преимущества и недостатки. Ограничение скорости. Коэффициенты инерционного взвешивания и сужения: инерционное взвешивание, коэффициент сужения, стабильность оптимизации на основе роя частиц. Глобальные обновления скорости. Полноинформированный рой частиц. Самообучение на ошибках.	4
<b>Всего часов лекционных занятий</b>	<b>24</b>

#### 4.3 Лабораторные работы

Наименование и содержание лабораторной работы	Часов контактной работы с преподавателем
	Очная форма
<b>Раздел №1. Градиентные методы оптимизации</b>	
Лабораторная работа № 1. Метод наискорейшего градиентного спуска.	2
Лабораторная работа № 2. Метод градиентного спуска.	2
Лабораторная работа № 3. Сопряжённый градиентный метод.	2
Лабораторная работа № 4. Стохастический градиентный метод.	2
Рубежный контроль №1.	2
<b>Раздел №2. Алгоритмы эволюционной оптимизации</b>	
Лабораторная работа № 5. Генетические алгоритмы	4
Лабораторная работа № 6. Метод симуляции восстановления	4

Лабораторная работа № 7. Алгоритм оптимизации на основе муравьиной кучи	2
Лабораторная работа № 8. Алгоритм оптимизации на основе роя частиц	2
Рубежный контроль №2.	2
<b>Всего часов лабораторных занятий</b>	<b>24</b>

## **5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Курс лекций**

Конспект лекций (краткий обзор рассматриваемых на лекциях вопросов) представлен в формате мультимедийных презентаций и включён в состав учебно-методического комплекса дисциплины, доступного магистрантам.

### **5.2 Лабораторные занятия**

Основная цель проведения лабораторных занятий – закрепление теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях по дисциплине «Структуры и алгоритмы обработки данных» и приобретение практических навыков формализации алгоритмов градиентных методов и методов эволюционной оптимизации.

Программой изучения дисциплины предусмотрено выполнение лабораторных работ для очной формы обучения.

Методические указания по выполнению лабораторных работ приведены в разделе 7.3.

### **5.3 Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа обучающихся по освоению дисциплины включает подготовку к промежуточной аттестации (экзамену), подготовку к проведению рубежных контролей (для студентов очной формы обучения), проработку лекционного материала, самостоятельное изучение тем дисциплин, выполнение и оформление результатов лабораторных работ. Рекомендуемое распределение трудоемкости самостоятельной работы приведено в таблице 5.1.



Таблица 5.1 – Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. часов
	Очная форма
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>45</b>
Модифицированный метод адаптивной оценки моментов (Adamax).	3
Ускоренный по Нестерову метод адаптивной оценки моментов (Nesterov accelerated adaptive moment, Nadam)	3
Дифференциальная эволюция	3
Алгоритмы оценивания вероятностных распределений	4
Биогеографическая оптимизация	4
Культурные алгоритмы	4
Алгоритм искусственного косяка рыб	4
Оптимизатор на основе группового поиска	4
Алгоритм перемешанных лягушачьих прыжков	4
Светлячковый алгоритм	4
Оптимизация на основе бактериальной кормодобычи	4
Алгоритм гравитационного поиска	4
<b>Подготовка и выполнение лабораторных работ (по 2 часа на каждое занятие)</b>	<b>20</b>
<b>Подготовка к рубежному контролю (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>96</b>

## 6 КОНТРОЛЬ И АТТЕСТАЦИЯ

### 6.1 Состав и формы проведения контрольно-аттестационных мероприятий

Программой изучения дисциплины предусмотрены мероприятия текущего и рубежного контроля и промежуточная аттестация (в форме экзамена).

График и формы проведения контрольных и аттестационных мероприятий приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – График проведения контрольных и аттестационных мероприятий (очная форма обучения)

Виды	Содержание	Форма проведения	Неделя
Текущий контроль	Контроль выполнения практических заданий	Защита лабораторных работ	4 – 16
Рубежный Контроль	№1. Тестовые вопросы к разделу 1 «Градиентные методы оптимизации»	Тестирование	6
	№2. Тестовые вопросы к разделу 2 «Алгоритмы эволюционной оптимизации»	Тестирование	15
Промежуточная Аттестация	Экзамен по дисциплине	Устная форма в виде ответов на вопросы в билете	17

## 6.2 Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

### 6.2.1 Рубежный контроль

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты заданий для рубежных контролей № 1, № 2 состоят из 20 вопросов. Расчётное время проведения тестирования – 45 минут. Для определения баллов при проверке рубежных контролей используются интервальные оценки, представленные в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Интервальные оценки определения баллов при проверке рубежных контролей

Количество правильных ответов	1-9	10-12	13-14	15-16	17-18	19-20
Количество баллов	0	1	2	3	4	5

На каждую подготовку к рубежному контролю обучающемуся отводится 1 академический час. Преподаватель оценивает в баллах результаты рубежных контролей каждого обучающегося по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости. Обучающийся, ответивший правильно менее, чем на 10 заданий теста, считается не прошедшим тестирование и обязан повторно пройти тест во время консультации по дисциплине.

### **6.2.2 Промежуточная аттестация**

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме виде ответов на вопросы в билетах к экзамену. Билет к экзамену состоит из 2 вопросов. Вопросы к экзамену доводятся до обучающегося на последней лекции в семестре. На подготовку ответа по вопросам билета к экзамену обучающемуся отводится 1 астрономический час. Ответ на вопросы билета к экзамену оценивается в баллах: 0 или от 11 до 30 включительно.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

## **6.3 Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся**

Оценивание результатов выполнения обучающимися очной формы обучения плановых контрольных и аттестационных мероприятий по дисциплине производится в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе контроля оценки академической активности обучающихся ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет».

### **6.3.1 Критерии оценивания**

Оценивание производится по 100-балльной шкале с последующим приведением итоговой 100-балльной рейтинговой оценки к традиционной четырехбалльной.

Рейтинговая оценка обучающегося по дисциплине получается путем суммирования баллов, полученных студентом в течение семестра (максимум 70 баллов) и баллов, полученных им на промежуточной аттестации (максимум 30 баллов).

Максимальные балльные оценки по результатам проведения контрольных и аттестационных мероприятий (для обучающихся очной формы обучения) приведены в таблице 6.3. Минимальное количество баллов, которыми может быть оценен удовлетворительный ответ студента на зачете, равно 11. Неудовлетворительный ответ оценивается в 0 баллов.

Таблица 6.3 – Рейтинговые балльные оценки по дисциплине (очная форма обучения)

Виды контроля/аттестации и по дисциплине	Содержание	Максимальная оценка (баллы)	
		За одну аттестацию	Всего
Текущий контроль	Посещение лекций	1	1 6*12=12
	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	6	66*8=48
Рубежный Контроль	№1. Тестирование по разделу 1 «Градиентные методы оптимизации»	5	5
	№2. Тестирование по разделу 2 «Алгоритмы эволюционной оптимизации»	5	5
Промежуточная аттестация (экзамен)		30	30
Максимальная итоговая оценка, баллов			100

Пересчет 100-балльной рейтинговой оценки студента по дисциплине в традиционную (4-балльную) оценку и в оценку ECTS (Общеввропейская система учета учебной работы) производится в соответствии с таблицей 6.4.

Таблица 6.4 – Соответствие шкал оценивания

Рейтинговая оценка, баллов	Виды оценок промежуточной аттестации		Оценка ECTS
	Традиционная оценка		
91-100	Отлично (5)	Зачтено	A
84-90	Хорошо (4)		B
74-83			C
68-73	Удовлетворительно (3)		D
61-67		E	
51-60	Неудовлетворительно (2)	Не зачтено	Fx
0-50			F

### 6.3.2 Критерии допуска к промежуточной аттестации

Для допуска к экзамену обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и при этом он должен выполнить и защитить все лабораторные работы (для очной формы обучения).

В случае если по результатам текущего и рубежного контроля обучающимся набрано менее 50 баллов, он может набрать недостающее количество баллов, выполнив дополнительные индивидуальные задания до конца зачетной недели семестра.

Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, также проводится путем выполнения дополнительных индивидуальных заданий.

Состав дополнительных заданий, их количество, формы выполнения и максимальные балльные оценки определяются преподавателем и доводятся до обучающегося в момент выдачи заданий.

Для получения оценки удовлетворительно автоматически (без сдачи экзамена) обучающемуся достаточно набрать 68 баллов по результатам текущего и рубежного контроля в течение семестра.

Обучающемуся, набравшему в течение семестра не менее 68 баллов, преподаватель вправе добавить до 30 дополнительных (бонусных) баллов за активность на учебных занятиях, оригинальность принимаемых решений при выполнении лабораторных работ и индивидуальных контрольных заданий и выставить оценку хорошо или удовлетворительно “автоматически”.

## 6.4 Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

### 6.4.1 Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Отчеты студентов по лабораторным работам.
3. Банк заданий к рубежным контролям № 1, № 2.
4. Банк заданий к экзамену.

### 6.4.2 Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

#### 6.4.2.1 Примеры вопросов для проведения рубежного контроля №1

1 Каким образом организована процедура построения  $\{x^{(k)}\}$  к точке минимума  $f(x)$  в методе сопряжённых градиентов?

$$1 \quad x^{(k+1)} = x^{(k)} + \alpha^{(k)} * p^{(k)}, k = 0, 1, 2, \dots \quad p^{(0)} = \nabla f(x^{(0)})$$

$$p^{(k)} = \nabla f(x^{(k)}) + \beta^{(k)} * p^{(k-1)} \quad k = 1, 2$$

$$*2 \quad x^{(k+1)} = x^{(k)} - \alpha^{(k)} * p^{(k)}, k = 0, 1, 2, \dots \quad p^{(0)} = \nabla f(x^{(0)})$$

$$p^{(k)} = \nabla f(x^{(k)}) + \beta^{(k)} * p^{(k-1)} \quad k = 1, 2$$

$$3 \quad x^{(k+1)} = x^{(k)} - \alpha^{(k)} * p^{(k)}, k = 0, 1, 2, \dots \quad p^{(0)} = -\nabla f(x^{(0)})$$

$$p^{(k)} = \nabla f(x^{(k)}) + \beta^{(k)} * p^{(k-1)} \quad k = 1, 2$$

$$4 \quad x^{(k+1)} = x^{(k)} + \alpha^{(k)} * p^{(k)}, k = 0, 1, 2, \dots \quad p^{(0)} = -\nabla f(x^{(0)})$$

$$p^{(k)} = \nabla f(x^{(k)}) + \beta^{(k)} * p^{(k-1)} \quad k = 1, 2$$

**2. Как определяется величина шага спуска  $\alpha^{(k)} > 0$  в уравнении  $x^{(k+1)} = x^{(k)} - \alpha^{(k)} * p^{(k)}$   $k = 0, 1, 2, \dots$  метода сопряжённых градиентов?**

\*1 Решение задачи одномерной оптимизации  $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = \min_{\alpha > 0} g^{(k)}(\alpha)$ ,  
 $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = f(x^{(k)} - \alpha * p^{(k)})$

2 Решение задачи одномерной оптимизации  $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = \max_{\alpha > 0} g^{(k)}(\alpha)$ ,  
 $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = f(x^{(k)} - \alpha * p^{(k)})$

3 Решение задачи одномерной оптимизации  $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = \min_{\alpha > 0} g^{(k)}(\alpha)$ ,  
 $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = f(x^{(k)} + \alpha * p^{(k)})$

4 Решение задачи одномерной оптимизации  $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = \max_{\alpha > 0} g^{(k)}(\alpha)$ ,  
 $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = f(x^{(k)} + \alpha * p^{(k)})$

**3. В чём отличие метода сопряжённых градиентов от метода наискорейшего градиентного спуска?**

1 Выбор направления спуска  $p^{(k)}$  вместо  $y^{(k)} = -\nabla f(x^{(k)})$

2 Выбор направления спуска  $-p^{(k)}$  вместо  $y^{(k)} = \nabla f(x^{(k)})$

\*3 Выбор направления спуска  $-p^{(k)}$  вместо  $y^{(k)} = -\nabla f(x^{(k)})$

4 Выбор направления спуска  $p^{(k)}$  вместо  $y^{(k)} = -\nabla f(x^{(k)})$

**4 Каким образом организована процедура построения последовательности  $\{x^{(k)}\}$  в методе наискорейшего градиентного спуска?**

1  $x^{(k+1)} = x^{(k)} - \alpha^{(k)} * y^{(k)}$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$ ;  $y^{(k)} = -\nabla f(x^{(k)})$

2  $x^{(k+1)} = x^{(k)} + \alpha^{(k)} * y^{(k)}$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$ ;  $y^{(k)} = \nabla f(x^{(k)})$

3  $x^{(k+1)} = x^{(k)} - \alpha^{(k)} * y^{(k)}$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$ ;  $y^{(k)} = \nabla f(x^{(k)})$

\*4  $x^{(k+1)} = x^{(k)} + \alpha^{(k)} * y^{(k)}$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$ ;  $y^{(k)} = -\nabla f(x^{(k)})$

**5 Как определяется величина шага спуска  $\alpha^{(k)} > 0$  в методе наискорейшего градиентного спуска?**

\*1  $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = \min_{\alpha > 0} g^{(k)}(\alpha)$ ,  $g^{(k)}(\alpha) = f(x^{(k)} + \alpha * y^{(k)})$

2  $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = \min_{\alpha < 0} g^{(k)}(\alpha)$ ,  $g^{(k)}(\alpha) = f(x^{(k)} + \alpha * y^{(k)})$

3  $g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = \max_{\alpha > 0} g^{(k)}(\alpha)$ ,  $g^{(k)}(\alpha) = f(x^{(k)} + \alpha * y^{(k)})$

$$4 \ g^{(k)}(\alpha^{(k)}) = \min_{\alpha > 0} g^{(k)}(\alpha), \quad g^{(k)}(\alpha) = f(x^{(k)} - \alpha * y^{(k)})$$

#### 6.4.2.2 Примеры вопросов для проведения рубежного контроля №2

##### 1 Какое определение генетического алгоритма?

\*1 Эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач и моделирования посредством случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию.

2 Эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования посредством детерминированного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию.

3 Эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач и моделирования посредством подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию.

4 Эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования посредством случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию.

##### 2 Какие этапы включает метод симуляции восстановления?

1 Начальное решение, случайный поиск решения, критерий допуска, снижение температуры, повторный запуск.

2 Начальное решение, оценка решения, критерий допуска, снижение температуры, повторный запуск.

3 Начальное решение, оценка решения, случайный поиск решения, критерий допуска, повторный запуск.

\*4 Начальное решение, оценка решения, случайный поиск решения, критерий допуска, снижение температуры, повторный запуск.

##### 3 Что понимается под мутацией в генетическом алгоритме?

1 Преобразование хромосомы, изменяющее одну или несколько её позиций (генов).

\*2 Преобразование хромосомы, случайно изменяющее одну или несколько её позиций (генов).

3 Сохранение хромосомы, случайно изменяющее одну или несколько её позиций (генов).

4 Удаление хромосомы, случайно изменяющей одну или несколько её позиций (генов).

##### 4 Какие существуют виды кроссинговера?

1 Комбинаторный

2 Случайный

\*3 Одноточечный

4 Постоянный

## **5 Какие этапы включает алгоритм муравья?**

1 Граф, муравей, начальная популяция, движение муравья, путешествие муравья, отдых муравья, испарение фермента, повторный запуск.

2 Граф, муравей, начальная популяция, движение муравья, путешествие муравья, работа муравья, испарение фермента, повторный запуск.

\*3 Граф, муравей, начальная популяция, движение муравья, путешествие муравья, испарение фермента, повторный запуск.

4 Граф, муравей, начальная популяция, движение муравья, путешествие муравья, отдых муравья, работа муравья, испарение фермента, повторный запуск.

### **6.4.2.3 Примеры вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине**

1 Постановка оптимизационной задачи. Основные понятия и определения. Виды оптимизаций.

2 Метод градиентного спуска. Постановка задачи. Стратегия решения задачи. Алгоритм метода. Геометрическая интерпретация. Оценка скорости сходимости. Пример.

3 Метод сопряжённых градиентов. Постановка задачи. Стратегия решения задачи. Алгоритм метода. Пример.

4 Метод симуляции восстановления. Постановка задачи. Этапы алгоритма отжига. Режимы охлаждения. Преимущества и недостатки. Пример.

5 Алгоритм оптимизации на основе муравьиной кучи. Модели феромона. Муравьиная система. Непрерывная оптимизация. Алгоритм муравья. Преимущества и недостатки. Другие муравьиные системы: минимаксная муравьиная система, система муравьиной кучи.

## **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. . Дэн Саймон Алгоритмы эволюционной оптимизации./ пер с англ. А. В. Логунова. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 940 с.

2. Гладков А. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы/Под ред. В. М. Курейчика. – М.: Физматлит, 2016. – 368 с.

3. Optimization for machine learning. Edited by Suvrit Sra, Sebastian Nowozin, Stephen J. Wright. The MIT Press, 2012, 494 p.



4. .Эйал Вирсански. Генетические алгоритмы на Python. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 286 с
5. . М. Т. Джонс. Программирование искусственного интеллекта в приложениях/Пер. с англ. Осипов А. И. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 312 с.

## **7.2. Дополнительная учебная литература**

1. Пантелеев А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие/ А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: логос, 2017. – 424 с. <https://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785987045404-SCN0001/047.html?SSr=2001343d6b180932fd07517semakhin> (дата обращения: 12.08.2020).
2. Матрёнин П. В. Методы стохастической оптимизации: учебное пособие/П. В. Матрёнин, М. Г. Гриф, В. Г. Секаев. – Новосибирск: Из-во НГТУ, 2016. – 67 с.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Семахин А.М. Структуры и алгоритмы обработки данных. Методические указания к выполнению лабораторных и контрольных работ для магистрантов направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия». Курган, КГУ, 2020. – 46 с. (электронный).
2. Семахин А. М. Структуры и алгоритмы обработки данных: учебное пособие. – Курган : Изд-во КГУ, 2020 – 54 с. (электронный).

## **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Федеральный портал «Российское образование» URL: <http://www.edu.ru/>
2. Сайт дистанционного обучения в НОУ «ИНТУИТ». URL: <http://www.intuit.ru/>

## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: Windows, Foxit Reader.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1 Техническое обеспечение

№	Наименование	Использование
1	Комплект: ноутбук, медиа-проектор, экран	Для демонстрации иллюстративного материала при чтении лекций.
2	Персональный компьютер стандартной комплектации	Используется в качестве инструмента и объекта исследования при выполнении лабораторных работ.

### 11.2 Программное обеспечение

№	Наименование	Использование
1	Операционная система Windows 10	Управление устройствами компьютерной системы и обеспечение удобного интерфейса для работы.
2	Интегрированная среда программирования Microsoft Visual Studio 2019 Community, языки программирования Visual C++, Visual C#	Формализация алгоритмов решения задач при выполнении лабораторных работ
3	Среда программирования на языке Python, библиотеки NumPy, TensorFlow, Mayavi	Формализация алгоритмов решения задач при выполнении лабораторных работ

## **Структуры и алгоритмы обработки данных**

образовательной программы высшего образования –  
программы магистратуры

**09.04.04 Программная инженерия**  
направленность

*Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных  
в информационно-вычислительных системах*

формы обучения – очная

Трудоемкость освоения дисциплины – 4 зач. ед. (144 акад. часа)

Семестры: 1-й (для очной формы обучения)

Содержание дисциплины

Дисциплина «Структуры и алгоритмы обработки данных» включена в модуль «Анализ данных и машинное обучение» обязательной части блока 1 учебного плана. Для освоения дисциплины необходимы компетенции в области программирования, типовых структур данных и анализа алгоритмов, формируемые соответствующими дисциплинами программ бакалавриата или специалитета. Результаты изучения дисциплины используются при освоении профильных дисциплин, включенных в модули «Анализ данных и машинное обучение», «Технологии распределённой обработки данных» и «Прикладные задачи интеллектуального анализа данных».

Основная цель изучения дисциплины – формирование теоретических знаний алгоритмов методов эволюционной оптимизации и оптимизации машинного обучения и приобретение практических навыков формализации их на ПЭВМ с помощью языков высокого уровня.

Задачи дисциплины:

изучение:

- алгоритмов градиентных методов оптимизации;
- алгоритмов эволюционной оптимизации;
- базовых форм и механизмов генетической изменчивости организмов, законов и принципов популяционной генетики и эволюционной изменчивости;
- математических моделей процесса эволюции и стратегий генетического поиска;
- базовых принципов и основных подходов к построению совместных схем локального и генетического поиска оптимальных решений;

- архитектуры и стратегии генетического поиска оптимальных решений.
- практическое освоение:
- среды программирования на языке Python, библиотек NumPy, TensorFlow;
  - среды программирования Microsoft Visual Studio Community 2019, языков программирования Visual C++, VisualC#;
  - методики решения задач с применением методов эволюционной оптимизации и оптимизации машинного обучения.