

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»  
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00  
471086fad29a3b30e244e728abc3661ab35e9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»  
Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ  
Декан А.В. Фомина  
«09» февраля 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Б1.В.05 Математические модели и методы искусственного интеллекта**

Направление подготовки  
**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ**

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника  
*бакалавр*

Форма обучения  
*Очная*

Год набора 2020

Новокузнецк 2023

## Оглавление

1	Цель дисциплины .....	3
1.1	Формируемые компетенции.....	3
1.2	Индикаторы достижения компетенций.....	3
1.3	Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине .....	3
2	Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.....	4
3.	Учебно-тематический план и содержание дисциплины.....	4
3.1	Учебно-тематический план .....	4
3.2.	Содержание занятий по видам учебной работы.....	5
4	Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.....	7
5	Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	8
5.1	Учебная литература .....	8
5.2	Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.....	8
5.3	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	9
6	Иные сведения и (или) материалы.....	9
6.1.	Темы письменных учебных работ .....	9
6.2.	Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации .....	10

## 1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее - ОПОП): ПК-2.

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблицы 1 и 2.

### 1.1 Формируемые компетенции

Таблица 1 - Формируемые дисциплиной компетенции

Наименование вида компетенции (универсальная, общепрофессиональная, профессиональная)	Наименование категории (группы) компетенций	Код и название компетенции
профессиональная		ПК-2 Способен разрабатывать требования, проектировать и реализовывать программное обеспечение

### 1.2 Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
ПК-2 Способен разрабатывать требования, проектировать и реализовывать программное обеспечение	2.1 Анализирует требования к программному обеспечению 2.2 Проектирует программное обеспечение 2.3 Разрабатывает программное обеспечение	Б1.В.01 Проектирование и разработка Web-приложений Б1.В.02 Проектирование и разработка мобильных приложений <b>Б1.В.05 Математические модели и методы искусственного интеллекта</b> Б1.В.06 Современные технологии программирования SQL Б1.В.07 Теория языков и трансляций Б1.В.10 Объектно-ориентированное проектирование и программирование Б1.В.ДВ.01.01 Параллельные и распределенные вычислительные системы / Б1.В.ДВ.01.02 Программирование в системах реального времени Б1.В.ДВ.02.01 Разработка программных средств для обработки изображений / Б1.В.ДВ.02.02 Разработка программных средств для распознавания образов Б2.В.01(Пд) Преддипломная практика

### 1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине

Таблица 3 – Знания, умения, навыки, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ПК-2 Способен разрабатывать требования, проектировать и реализовывать программное обеспечение	2.1 Анализирует требования к программному обеспечению 2.2 Проектирует программное обеспечение 2.3 Разрабатывает программное обеспечение	<b>Знать:</b> – основные модели и методы теории искусственного интеллекта для проектирования и разработки программного обеспечения, <b>Уметь:</b> – на основе анализа требований к программному обеспечению выбирать модели и методы искусственного интеллекта для проектирования программного обеспечения <b>Владеть</b> – навыками проектирования и разработки элементов систем искусственного интеллекта и программных приложений, реализующих модели искусственного интеллекта.

## 2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 4 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения
	ОФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	108
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	52
Аудиторная работа (всего):	52
в том числе:	
лекции	18
практические занятия, семинары	34
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	56
4 Промежуточная аттестация обучающегося – зачет (5 семестр)	

## 3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

### 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 5 - Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия		СРС	
			лекц.	практ.		

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия		СРС	
			лекц.	практ.		
1	Интеллектуальные задачи. Эвристическое программирование	24	4	8	12	Отчет по индивидуальному заданию
2	Модели и методы для проектирования экспертных систем	36	6	10	20	Отчет по индивидуальному заданию
3	Модели и методы для проектирования систем распознавания образов	24	4	8	12	Отчет по индивидуальному заданию
4	Проектирование нейронных сетей	24	4	8	12	Отчет по индивидуальному заданию
	Промежуточная аттестация					зачет
	Всего:	108	18	34	56	-

### 3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 6 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>Интеллектуальные задачи. Эвристическое программирование</b>	
	<i>Содержание лекционного курса</i>	
1.1.	Интеллектуальные задачи.	История развития теории искусственного интеллекта (ИИ): два направления. Понятия и определения теории ИИ. Основные задачи теории ИИ.
1.2.	Эвристическое программирование	Первая парадигма ИИ. Решение интеллектуальных задач по дереву вариантов. Оценивающие функции. Процедуры формирования рабочих оценок.
	<i>Темы практических занятий</i>	
1.1-1.2	Метод градиентного спуска. Имитация отжига.	Реализация и исследование алгоритмов оптимизации функции. Метод градиентного спуска. Имитация отжига.
1.3-1.4	Генетические алгоритмы и эволюционные стратегии поиска	Реализация и исследование алгоритмов оптимизации функции. Эволюционные стратегии.
<b>2</b>	<b>Модели и методы для проектирования экспертных систем</b>	
	<i>Содержание лекционного курса</i>	
2.1	Знания - информационная единица экспертной системы.	Основные характеристики экспертной системы (ЭС). Области применения ЭС. Моделирование ЭС. Понятие «знание». Свойства знаний. Этапы работы инженера по знаниям. Основные модели представления знаний.
2.2	Разработка ЭС на основе логической и продукционной моделей представления знаний.	Логика Аристотеля и логика Буля. Логика предикатов первого порядка. Декларативное и процедурное представление знаний. Модальные логики. Трехзначная логика Лукасевича. Семантика возможных миров. Разработка ЭС на основе логики предикатов. Правила-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		продукции. ЭС, разработанные на основе продукционной модели представления знаний. Нечеткие знания. Нечеткая логика Заде. Композиционное правило вывода. Нечеткие ЭС.
2.3	Разработка ЭС на основе графического представления знаний, фреймовой модели, критериальных и вероятностных методов	Графические представления знаний: концептуальные графы, семантические сети. Классы семантических отношений. ЭС на основе семантических сетей. Недостатки графического представления данных. Фреймы для представления знаний. Области применения фреймов: анализ пространственных сцен, понимание смысла предложения. ЭС на основе фреймовой модели. Критерии на множестве альтернатив. Алгоритм критериального выбора. Измерительные шкалы. Методики принятия многокритериальных решений. Вероятностные методы. ЭС на основе вероятностной модели.
<i>Темы практических занятий</i>		
2.1-2.2	Правила представления знаний в экспертных системах	Разработка ЭС на основе вероятностной модели представления знаний.
2.3.-2.4		Разработка ЭС на основе продукционной модели представления знаний.
2.5		Разработка ЭС на основе графовой модели представления знаний
<b>3</b>	<b>Модели и методы для проектирования систем распознавания образов</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
3.1	Распознавание образов и обучение.	Зрительное восприятие. Основные сведения о распознавании образов. Задача классификации. Классификация образов по критерию минимума расстояния. Метод эталонных образов. Метод ближайшего соседа. Метод решающих функций и метод опорных векторов. Обобщенные решающие функции и ядра
3.2	Методы кластеризации	Статистический подход к распознаванию образов. Параметрические и непараметрические методы оценивания плотности вероятностей. Методы кластеризации. Выбор признаков.
<i>Темы практических занятий</i>		
3.1-3.2	Представление изображений в n-мерном векторном пространстве. Распознавание объектов с качественными характеристиками	Представление изображений в векторной форме. Распознавание по расстоянию в n-мерном векторном пространстве, по углу между векторами, по скалярному произведению, по принадлежности к заданной области. Распознавание на основе двоичного кодирования качественных признаков.
3.3-3.4	Методы кластеризации	Метод k-внутригрупповых средних. Метод оценивания плотности вероятностей на основе смесей.
<b>4</b>	<b>Проектирование нейронных сетей</b>	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
4.1	Модели нейронов и методы их обучения.	Персептрон. Сигмоидальный нейрон. Нейрон Хебба. Однослойная сеть. Многослойный персептрон.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		Градиентные алгоритмы обучения сети. Эвристические методы обучения. Проблемы практического использования нейронной сети.
4.2	Радиальные нейронные сети. Рекуррентные сети.	Математические основы радиальной нейронной сети. Методы обучения. Ассоциативная сеть Хопфилда. Режим обучения. Сеть Хемминга. Сети с самоорганизацией. Нечеткие нейронные сети.
<i>Темы практических занятий</i>		
4.1-4.2	Алгоритм Хебба	Решение задач распознавания на основе отдельных нейронов. Правило Хебба.
4.3-4.4	Элементарный персептрон Розенблатта	Разработка нейронной сети на основе элементарного персептрона. Обучение методом $\alpha$ -подкреплений и $\gamma$ -подкреплений.

#### **4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.**

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 7.

Таблица 7 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы
<b>Семестр 5</b>				
Текущая учебная работа в семестре (Выполнение заданий)	<b>80</b>	Индивидуальные лабораторные задания (отчет о выполнении) (3 работ)	<b>За одно индивидуальное задание до: 3 баллов</b> (выполнено 51 - 65% заданий) <b>4 балла</b> (выполнено 66 - 85% заданий) <b>6 баллов</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	9 - 18
		Индивидуальные лабораторные задания (отчет о выполнении) (2 работы)	<b>За одно индивидуальное задание до: 6 баллов</b> (выполнено 51 - 65% заданий) <b>9 балла</b> (выполнено 66 - 85% заданий) <b>11 баллов</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	12 - 22
		Индивидуальные лабораторные задания (отчет о выполнении) (4 работы)	<b>За одно индивидуальное задание до: 5 баллов</b> (выполнено 51 - 65% заданий) <b>7 балла</b> (выполнено 66 - 85% заданий) <b>10 баллов</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	20 - 40
<b>Итого по текущей работе в семестре</b>				<b>41 - 80</b>
Промежуточная аттестация (зачет)	20	Теоретический вопрос	<b>4 балла</b> (пороговое значение) <b>8 баллов</b> (максимальное значение)	4 - 8
		Решение задачи	<b>6 балла</b> (пороговое значение) <b>12 баллов</b> (максимальное значение)	6 - 12
				10 – 20 б.
<b>Суммарная оценка по дисциплине:</b> Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации				<b>51 – 100 б.</b>

В промежуточной аттестации оценка выставляется в ведомость в 100-балльной шкале и в буквенном эквиваленте (таблица 8)

Таблица 8 – Соотнесение 100-балльной шкалы и буквенного эквивалента оценки

Сумма набранных баллов	Уровни освоения дисциплины и компетенций	Экзамен		Зачет
		Оценка	Буквенный эквивалент	Буквенный эквивалент
86 - 100	Продвинутый	5	отлично	Зачтено
66 - 85	Повышенный	4	хорошо	
51 - 65	Пороговый	3	удовлетворительно	
0 - 50	Первый	2	неудовлетворительно	Не зачтено

## 5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### 5.1 Учебная литература

#### Основная учебная литература

Боровская, Е.В. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Боровская, Н.А. Давыдова. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 130 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84083>.

Системы искусственного интеллекта. Часть 1 [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Сергеев Н.Е. - Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. - 118 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/991954>

#### Дополнительная учебная литература

Методы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: Монография/ Осипов Г.С. - М.:Физматлит, 2011. - 296 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544787>

Джонс, М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях [Электронный ресурс] / М.Т. Джонс. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 312 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1244>.

Матвеев, М.Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Г. Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А. Алейникова. — Электрон. дан. — Москва : Финансы и статистика, 2008. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5343>.

Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск.И.Д.Рудинского [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11843>.

Васильев, В.Н. Оптические технологии искусственного интеллекта. В 2-х т. Том 1. Основы оптических информационных технологий и искусственных нейронных сетей [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Васильев, А.В. Павлов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 80 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110516>

Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] / А.И. Галушкин. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111043>.

### 5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях КГПИ КемГУ:

610 Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк,
---	--

<p>Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: стационарное -компьютер, экран, проектор.</p> <p>Используемое программное обеспечение: MS Windows (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.</p>	<p>пр-кт Metallurgov, д. 19</p>
<p>502 Компьютерный класс. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий семинарского (практического) типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - самостоятельной работы; - текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, столы компьютерные, стулья.</p> <p>Оборудование для презентации учебного материала: стационарное -компьютер, экран, проектор, наушники.</p> <p>Оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (16 шт.). Используемое программное обеспечение: MS Windows (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), Microsoft Visual Studio (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.</p>	<p>654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallurgov, д. 19</p>

### 5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Общероссийский математический портал (информационная система) - <http://www.mathnet.ru/>
2. Экспонента центр инженерных технологий и моделирования - <http://www.exponenta.ru>
3. Science Direct содержит более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по математике и информатике. <https://www.sciencedirect.com>
4. Базы данных и аналитические публикации на портале «Университетская информационная система Россия» - <https://uisrussia.msu.ru/>

## 6 Иные сведения и (или) материалы.

### 6.1. Темы письменных учебных работ

Таблица 8 - Темы письменных учебных работ

Раздел	Темы	Контрольные точки
<p><b>Интеллектуальные задачи. Эвристическое программирование</b></p>	<p>Метод градиентного спуска</p>	<p>Индивидуальное лабораторное задание</p>
	<p>Метод моделирования отжига</p>	<p>Индивидуальное лабораторное задание</p>
	<p>Генетический алгоритм поиска минимума функции</p>	<p>Индивидуальное лабораторное задание</p>
<p><b>Модели и методы для</b></p>	<p>Методы построения ассоциативных сетей</p>	<p>Индивидуальное лабораторное задание</p>

проектирование экспертных систем	Продукционный метод построения базы знаний	Индивидуальное лабораторное задание
Модели и методы для проектирования систем распознавания образов	Представление изображений n-мерном векторном пространстве	Индивидуальное лабораторное задание
	Распознавание объектов с качественными характеристиками	Индивидуальное лабораторное задание
Проектирование нейронных сетей	Нейронная сеть Хебба	Индивидуальное лабораторное задание
	Элементарный перцептрон Розенблатта	Индивидуальное лабораторное задание

## 6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

### Раздел 1. Интеллектуальные задачи. Эвристическое программирование

#### Тема 1.1 Интеллектуальные задачи.

##### *Примерные теоретические вопросы*

- История развития теории искусственного интеллекта: от «Всех формул знаний» Раймонда Луллия до появления термина «Искусственный интеллект».
- Какие цели ставят исследователи в области ИИ? Какие подходы выделяются по этим целям?
- Что называют человеческим интеллектом?
- Что такое искусственный интеллект?
- Какие задачи называются интеллектуальными?
- Суть статьи А. Тьюринга «Вычислительные машины и интеллект». В чем заключается тест Тьюринга?
- Какими были первые работы в области эвристических алгоритмов?
- Какими были первые работы в области моделирования логического мышления?
- Экспертные системы и цели их создания. Какова история развития экспертных систем?
- Что такое эвристика? Какие алгоритмы называют эвристическими?
- Как можно классифицировать программы для решения интеллектуальных задач?
- На какие группы и по каким признакам делятся игровые программы?
- На какие группы и по каким признакам делятся естественно-языковые программы?
- На какие группы и по каким признакам делятся музыкальные программы?
- Системы, основанные на знаниях и структура направления развития ИИ в этой области.
- Опишите особенности четырех основных моделей представления знаний в памяти системы.

#### Тема 1.2. Эвристическое программирование

##### *Примерные теоретические вопросы*

- В чем суть лабиринтной модели мышления?
- Первая парадигма ИИ
- Что такое дерево вариантов? Какие деревья вариантов бывают? Порождающая процедура.
- Чем отличается дерево игры от дерева целей?
- По какой причине оказывается необходимым вводить понятие эвристики?
- Какие основные стратегии порождения дерева вариантов вы знаете?
- В чем заключаются отличия процедуры формирования рабочих оценок от статической оценивающей функции?
- Для каких целей используется неглубокий поиск?
- Каково основное отличие алгоритма альфа-бета отсечения от процедуры n-наилучшего направленного сокращения?
- Какой недостаток классических методов эвристического программирования был призван преодолеть Общий Решатель Задач?

11. Какие выводы для области искусственного интеллекта позволил сделать общий решатель задач?
12. Какая основная эвристика используется в методах поиска в непрерывных пространствах решений, которая позволяет существенно повысить эффективность этих методов?
13. Какому методу поиска из области эвристического программирования аналогичен градиентный спуск?
14. В чем преимущество адаптивного выбора шага в градиентном спуске?
15. Какие ограничения классического градиентного спуска позволяет преодолеть стохастических или иерархический градиентный спуск?
16. Если количество итераций в методе имитации отжига фиксировано, то на что влияет выбор начальной температуры?
17. В каких случаях метод имитации отжига предпочтительнее градиентного спуска?
18. Какие основные подходы существуют в области эволюционных вычислений?
19. Какие типичные генетические операторы используются в генетических алгоритмах?
20. В чем основное отличие между генетическими алгоритмами и эволюционными стратегиями?
21. Какой генетический оператор влияет на возможность нахождения глобального экстремума, находящегося вне области, в которой задавалась начальная популяция?
22. Как скорость мутаций влияет на скорость сходимости генетического алгоритма?
23. При каком виде скрещивания скорость сходимости максимальна?
24. В чем цель направления «искусственная жизнь»?
25. Чем отличаются фитнес-функции, используемые в моделях «искусственной жизни», от фитнес-функций, используемых в генетических алгоритмах?
26. В каком направлении исследований используется понятие «анимат»?
27. Каковы основные компоненты аниматов, обеспечивающих их взаимодействие со средой?
28. Какие конфигурации в клеточных автоматах являются исчезающими, статическими, осциллирующими, перемещающимися?

#### *Примерные практические задания*

1. Оцените примерные размеры полного дерева вариантов для игры «пять в ряд» (крестики-нолики) на поле 15x15.
2. Если для каждого хода в некоторой игре есть возможность выбора одного из 64 вариантов, то во сколько раз более глубокий поиск обеспечит процедура n-наилучшего направленного сокращения при  $n=4$  по сравнению с процедурой неполного перебора на фиксированную глубину без отсечения ветвей?
3. За сколько итераций при Больцмановском отжиге начальная температура уменьшится в 20 раз?

## **Раздел 2. Модели и методы для проектирования экспертных систем**

### **Тема 2.1. Знания - информационная единица экспертной системы.**

#### *Примерные теоретические вопросы*

1. Перечислите основные типы представления знаний (не менее пяти).
2. В чем основные различия между знаниями и данными?
3. Какие основные компоненты экспертных систем?

#### *Примерные практические задания*

### **Тема 2.2. Разработка ЭС на основе логической и продукционной моделей представления знаний.**

#### *Примерные теоретические вопросы*

1. Какое основное преимущество имеет исчисление предикатов в качестве системы представления знаний?
2. Чем логика предикатов отличается от логики высказываний?
3. К какой проблеме искусственного интеллекта сводится проблема доказательства в рамках исчисления предикатов?
4. Какие задачи могут решаться с помощью наборов правил?

### *Примерные практические задания*

1. Построить дерево целей для создания компьютерной программы «Угадай животное»
2. Написать на основе формулы Байеса программу ветеринарной диагностики.
3. Реализовать логическую задачу с использованием среды Prolog: «Все небедные и умные люди счастливы. Человек, читающий книги, - неглуп. Джон умеет читать и является состоятельным человеком. Счастливые люди живут интересной жизнью. Можно ли указать человека, живущего интересной жизнью?»
4. Составить список вопросов и вариантов ответов для экспертной системы для определения дерева по заданным его признакам (например, листья широкие, узкие, игольчатые; кора светлая, темная; крона широкая и низкая, узкая и высокая, плотная, редкая и др.), реализованной на основе формулы Байеса.

### **Тема 2.3. Разработка ЭС на основе графического представления знаний, фреймовой модели, критериальных и вероятностных методов**

#### *Примерные теоретические вопросы*

1. Какое отличие семантических и ассоциативных сетей?
2. Перечислите основные типизированные отношения в семантических сетях.
3. Какую информацию содержит протофрейм?
4. Как во фреймовых представлениях реализуется отношение между понятиями «состоит из» или «содержит»?
5. Какие три концепции лежат в основе объектно-ориентированного программирования?
6. Чем отличаются объектно-ориентированные представления от фреймовых?
7. В чем заключается проблема множественного наследования?
8. Что такое метаклассы?

#### *Примерные практические задания*

1. Построить ассоциативную сеть «институт» с указанием вершин и типов отношений
2. Построить фреймовую модель «институт» с указанием вершин и типов отношений

### **Раздел 3. Модели и методы для проектирования систем распознавания образов**

#### **Тема 3.1. Распознавание образов и обучение.**

#### *Примерные теоретические вопросы*

1. Перечислите основные типы машинного обучения.
2. Чем решающее правило отличается от решающей функции?
3. Какое минимальное количество решающих функций может обеспечить классификацию образов из  $n$  классов?
4. Какие эвристические методы распознавания образов существуют?
5. Какой из эвристических методов распознавания наиболее чувствителен к выбросам?
6. Какими формами обладают разделяющие поверхности, строящиеся в методе эталонных образов и методе ближайшего соседа?
7. Является ли метод обобщенных решающих функций линейным по своим параметрам, по исходным признакам?
8. Из какого соображения выбирается разделяющая поверхность в методе опорных векторов?
9. Какими методами находятся оптимальные параметры в методах обобщенных решающих функций и опорных векторов?
10. Какими преимуществами обладают методы обобщенных решающих функций и опорных векторов по сравнению с эвристическими методами распознавания образов?
11. Чем удобно использование ядер в методе опорных векторов?

#### *Примерные практические задания*

1. Для задачи разделения на три класса заданы следующие функции  $d1(\mathbf{x}) = -x_1$ ,  $d2(\mathbf{x}) = x_1 + x_2 - 1$ ,  $d3(\mathbf{x}) = -x_1 - x_2 - 1$ . Начертите разделяющие границы и области, соответствующие каждому классу образов, при условии, что эти функции определены для случая 1 разделения на несколько классов.

#### **Тема 3.2. Методы кластеризации**

### *Примерные теоретические вопросы*

1. Какому методу соответствует метод распознавания на основе правила Байеса при описании плотностей распределения образов внутри классов гауссианами?
2. В каких целях используются конечные смеси?
3. Какому методу соответствует Байесовский метод распознавания на основе смесей нормальных плотностей распределения?
4. Для каких целей используется стохастическая аппроксимация?
5. Классы какой формы строятся методом  $k$  внутригрупповых средних?
6. Какие основные эвристики используются в алгоритме ISODATA?
7. Какие задачи решаются с помощью алгоритма ожидания-максимизации?
8. В чем заключается принцип минимальной длины описания?
9. Какая основная проблема, возникающая в других методах кластеризации, решается с помощью принципа МДО?
10. Как называется задача выбора признаков в случае обучения с учителем?
11. В чем сущность понятия дивергенции классов?
12. К какой операции сводятся анализ главных компонент и факторных анализ?
13. В чем отличие факторного анализа от анализа главных компонент?
14. Какой критерий используется для определения понятия интересного направления в пространстве признаков?
15. На основе какого критерия чаще всего определяется степень независимости направлений в анализе независимых компонент?

### *Примерные практические задания*

1. Рассмотрите три непересекающихся класса в двумерном евклидовом пространстве. Определите границы, разделяющие эти классы, с помощью классификатора, действующего по принципу минимума расстояния.

## **Раздел 4. Проектирование нейронных сетей**

### **Тема 4.1. Модели нейронов и методы их обучения.**

#### *Примерные теоретические вопросы*

1. Что такое нейронные сети (НС)? Что дает моделирование НС? Проблемы, возникающие при моделировании. Свойства биологических и искусственных НС. Способы реализации нейросетей.
2. Место НС среди других методов решения задач. Типы задач, решаемых нейронными сетями.
3. Недостатки и ограничения НС.
4. Биологический нейрон. Структура, функции.
5. Нервный импульс (НИ). Возбуждение НИ, свойства НИ, примеры экспериментов.
6. Мембрана, ее структура. Мембранный потенциал.
7. Как возникает нервный импульс? Зависимость напряжения и токов  $I_K$ ,  $I_{Na}$  от времени в импульсе. Эквивалентная схема участка волокна.
8. Сальтаторный механизм распространения НИ. Отличия от обычного механизма. Какие преимущества дает сальтаторное распространение?
9. Распространение НИ. Уравнение Ходжкина-Хаксли.
10. Пространственное описание НИ.
11. Синаптическая передача. Электрические и химические синапсы. Работа химического синапса.
12. Генерация НИ для кусочно-линейной аппроксимации ВАХ волокна.
13. Формальный нейрон. Виды функций активации. Ограниченность модели форм. нейрона.
14. Многослойный перцептрон. Структура, алгоритм работы. Этапы решения задачи с помощью НС.
15. Формализация условий задачи для НС. Примеры. Подготовка входных и выходных данных. Выбор количества слоев.
16. Обучение однослойного перцептрона. Выбор шагов по  $W$ ,  $\Theta$ .
17. Проблема "исключающего ИЛИ" и ее решение.
18. Перцептронная представляемость.
19. Метод обратного распространения ошибки.
20. Паралич сети. Выбор шага по параметрам. Локальные минимумы. Временная

неустойчивость.

21. Примеры применения персептронов.
22. Динамическое добавление нейронов. Способность НС к обобщению.
23. Обучение без учителя. Сеть с линейным поощрением.
24. Задача классификации. Сеть Кохонена.
25. Обучение слоя Кохонена. Метод выпуклой комбинации. Примеры обучения.
26. Режимы работы сети Кохонена. Применение для сжатия данных.
27. Сеть встречного распространения. Схема, обучение, свойства.
28. Генетические алгоритмы для обучения НС. Положительные качества и недостатки.
29. Послойность сети и матричное умножение. Расчет градиента квадратичной формы с помощью

30. Выбор начальной точки и длины шага.

#### *Примерные практические задания*

1. Найдите весовые коэффициенты для модели нейронной сети, представляющей уравнение  $2y = -4x + 8$ .

2. Представьте полностью прямой и обратный проходы в сети с прямой связью, использующей алгоритм обратного распространения ошибок, для входного образца  $[0,1 \ 0,9]$  и целевого выходного значения  $0,9$  в предположении, что сеть имеет архитектуру 2-2-1 с весовыми

коэффициентами  $\begin{bmatrix} 0,1 & 0,1 \\ -0,2 & -0,1 \\ 0,1 & 0,3 \end{bmatrix}$  для первого слоя и  $\begin{bmatrix} 0,2 \\ 0,2 \\ 0,3 \end{bmatrix}$  для второго слоя.

#### **Тема 4.2. Радиальные нейронные сети. Рекуррентные сети.**

##### *Примерные теоретические вопросы*

1. Сети с обратными связями. Сеть Хопфилда. Вычислительная энергия и ее минимизация.
2. Этапы решения задачи сетью Хопфилда. Устойчивость, сходимость к эталонам.
3. Соотношение стабильности\*пластичности при запоминании. Сеть АРТ-1. Структура, описание элементов сети.
4. Работа сети АРТ-1. Запоминание и классификация векторов сетью.

##### *Примерные практические задания*

1. Сеть типа 2-2-1 с радиальными базисными функциями используется для решения проблемы XOR. Первый слой весов задан матрицей  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ . Для каждого вводимого образца XOR вычислите значения активности для всех скрытых элементов, если функция активности имеет вид  $\varphi(net) = \exp[-net^2]$ , где net является евклидовой нормой.

2. Определите сеть с радиальными базисными функциями, решающую проблему XOR, в предположении, что функции активности скрытых элементов имеют вид  $\varphi(r) = \sqrt{c^2 + r^2}$

Составитель (и): канд. техн. наук, доцент Решетникова Е.В.

*(Фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))*