

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»  
Дата и время: 2024-04-24 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

«08» февраля 2024 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

## **К.М.05.ДВ.01.01 Моделирование и обучение искусственных нейронных сетей**

Направление подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки

Математическое моделирование

Программа  
*магистратуры*

Квалификация выпускника  
*магистр*

Форма обучения  
*очная*

Год набора 2023

Новокузнецк 2024

## **Оглавление**

1 Цель дисциплины. ....	3
Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки .....	3
Место дисциплины.....	3
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.....	3
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины. ....	4
3.1 Учебно-тематический план .....	4
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации. ....	4
5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины. ....	5
5.1 Учебная литература .....	5
5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.....	5
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы. ....	6
6 Иные сведения и (или) материалы. ....	6
6.1. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации .	7

## 1 Цель дисциплины.

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

*ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем.*

### Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки

Таблица 1 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
<i>ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем.</i>	ПК 1.5 Проводит анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. ПК 1.6 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	<b>Уметь:</b> - обобщать имеющиеся научные данные, результаты экспериментов и наблюдений и моделировать на основе анализа этих данных искусственную нейронную сеть <b>Владеть:</b> навыками использования методов моделирования искусственных нейронных сетей для решения научно-исследовательских и опытно-конструкторских задач

### Место дисциплины

Дисциплина включена в модуль «Научно-исследовательская работа в области математического моделирования» ОПОП ВО, дисциплина по выбору. Дисциплина осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

## 2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий.

### Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – 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	ОЗФО	ЗФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	108		
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	32		
Аудиторная работа (всего):	32		
в том числе:			
лекции	16		
практические занятия, семинары			
практикумы			
лабораторные работы	16		
в интерактивной форме			
в электронной форме			
Внеаудиторная работа (всего):	76		
в том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем			
подготовка курсовой работы /контактная работа			
групповая, индивидуальная консультация и иные виды			

учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем)			
творческая работа (эссе)			
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	76		
4 Промежуточная аттестация обучающегося и объём часов, выделенный на промежуточную аттестацию: - зачет с оценкой			

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

#### 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3 - 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.	лаб.		
1-2	1. Основные понятия нейронных сетей	26	4	4	18	Отчет по лабораторным работам
1	1.1. Математическая модель искусственного нейрона.	13	2	2	9	
2	1.2. Постановка и решение задачи обучения нейронных сетей	13	2	2	9	
3-4	2. Стандартные архитектуры нейронных сетей	26	4	4	18	Отчет по лабораторным работам
3	2.1. Радиально-базисные нейронные сети. Самоорганизующиеся нейронные сети. Сети Кохонена	13	2	2	9	
4	2.2. Многоклассовая классификация. Аппроксимация и регрессия. Оптические нейронные сети	13	2	2	9	
5-6	3. Архитектура с оптимизацией	28	4	4	20	Отчет по лабораторным работам
5	3.1. Ассоциативные запоминающие нейронные сети. Сеть Хопфилда	14	2	2	10	
6	3.2. Рекуррентные нейронные сети. Сеть Элмана	14	2	2	10	
7	4. Сверточные нейронные сети	14	2	2	10	Отчет по лабораторным работам
8	5 Применение нейронных сетей	14	2	2	10	
	Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)					Отчет по лабораторным работам
	<b>Всего:</b>	108	16	16	76	Зачет с оценкой

### 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 4.

Таблица 4 - Шкала и показатели оценивания результатов учебной работы обучающихся по видам в балльно-рейтинговой системе (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации (шкала и показатели оценивания)	Баллы
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение)	80	Лекционные занятия (конспект). (8 занятий)	5 баллов посещение и конспект 1 лекционного занятия	15-40
		Лабораторные работы	Отчет по лабораторной работе (4 отчета): 5 баллов (выполнено 51 - 65% заданий) 7 балла (выполнено 66 - 85% заданий)4	18-40

Учебная работа (виды заданий)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации (шкала и показатели оценивания)	Баллы
			<b>10 баллов</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	
<b>Итого по текущей работе в семестре</b>				41 - 80
Промежуточная аттестация (зачет)	20	Решение задачи 1.	<b>5 баллов</b> (пороговое значение) <b>10 баллов</b> (максимальное значение)	5-10
		Решение задачи 2.	<b>5 баллов</b> (пороговое значение) <b>10 баллов</b> (максимальное значение)	5-10
<b>Итого по промежуточной аттестации (зачет)</b>				10-20
<b>Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации</b>				51 – 100 б.

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

### 5.1 Учебная литература

#### Основная учебная литература

1. Данилов, В. В. Нейронные сети : учебное пособие / В. В. Данилов. — Донецк : ДонНУ, 2020. — 158 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179953>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная учебная литература

1. Цуриков, А. Н. Моделирование и обучение искусственных нейронных сетей : учебное пособие / А. Н. Цуриков. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 112 с. — ISBN 978-5-88814-867-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140610>.

— Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Кузнецов, В. П. Нейронные сети: практический курс : учебное пособие / В. П. Кузнецов. — Рязань : РГРТУ, 2014. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168060>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Галушкин, А. И. Нейронные сети: основы теории / А. И. Галушкин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 496 с. — ISBN 978-5-9912-0082-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111043>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Маккинни, У. Python и анализ данных / У. Маккинни ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-ое изд., испр. и доп. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 540 с. — ISBN 978-5-97060-590-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131721>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Булаев, М. П. Нейронные сети для адаптивной обработки данных : учебное пособие / М. П. Булаев, А. Н. Кабанов, И. С. Маркова. — Рязань : РГРТУ, 2012. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168099>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях КГПИ КемГУ:

410 Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - текущего контроля и промежуточной аттестации; Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, моноблоки аудиторные. Оборудование: стационарное - компьютер, экран, проектор.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19
--	--

Используемое программное обеспечение: MSWindows (MicrosoftImaginePremium), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО).	
Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	
<p>508 Лаборатория компьютерного моделирования  Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения:  - занятий лабораторного типа;  - самостоятельной работы;  Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья.  Оборудование для презентации учебного материала: стационарное - компьютер преподавателя, проектор, экран.  Лабораторное оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (18 шт.).</p> <p>Используемое программное обеспечение: MSWindows (MicrosoftImaginePremium), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), Opera 12 (свободно распространяемое ПО), Python с расширениями PIL, Py OpenGL, (свободно распространяемое ПО)</p>	<p>654079,  Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19</p>
Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	

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

#### **Перечень СПБД и ИСС по дисциплине**

1. Информационная система «Общероссийский математический портал», режим доступа : <http://www.mathnet.ru/>
2. Информационная система «Экспонента» - центр инженерных технологий и моделирования, режим доступа :<http://www.exponenta.ru>
3. База данных Science Direct (более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по математике и информатике), режим доступа :<https://www.sciencedirect.com>
4. Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»  
<http://window.edu.ru/catalog/>
5. Базы данных и аналитические публикации на портале «Университетская информационная система Россия», режим доступа: <https://uisrussia.msu.ru/>
6. UCI Machine Learning Repository — репозиторий наборов данных для машинного обучения - <http://archive.ics.uci.edu/ml/>
7. IAPR Education Committee & Resources — коллекция ссылок на образовательные ресурсы по распознаванию образов, машинному обучению, обработке сигналов, обработке изображений и компьютерному зрению, поддерживаемая Международной ассоциацией распознавания образов - <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/IAPR/index.php>
8. Портал по интеллектуальному анализу данных, поддерживаемый Григорием Пятецким-Шапиро - <http://www.kdnuggets.com/>
9. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. - <http://machinelearning.ru>

### **6 Иные сведения и (или) материалы.**

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

Форма промежуточной аттестации зачет.

**Таблица 5 - Типовые (примерные) контрольные вопросы и задачи**

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
<b>1. Основные понятия нейронных сетей</b>		
1.1. Математическая модель искусственного нейрона.	<p>Сколько настраиваемых параметров имеет математическая модель нейрона?</p> <p>Чему равно скалярное произведение <math>(w, x)</math>, если размерность векторов равна <math>N</math>?</p> <p>В чем достоинства и недостатки ступенчатой функции активации?</p> <p>В каких случаях применяется линейная активационная функция?</p> <p>Чему равны производные сигмоиды и гиперболического тангенса?</p> <p>В чем преимущество функции активации ReLu?</p> <p>Для чего предназначена функция активации Softmax?</p> <p>Какая функция активации используется в бинарном классификаторе?</p> <p>Из каких соображений нужно выбирать функцию активации?</p> <p>Что такое проблема умирающего градиента и как с ней бороться?</p> <p>Можно ли самому придумать функцию активации и использовать ее в архитектуре слоя нейронной сети?</p> <p>Что такое функция потерь и какую роль она играет в обучении?</p> <p>По какой формуле вычисляется функция потерь MAE?</p> <p>В каких случаях нужно использовать функцию потерь MSE?</p> <p>В чем преимущество функции Хьюбера?</p>	<p>1. Просчитать одну итерацию цикла обучения по Д-правилу однослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей функции активации: гиперболический тангенс (<math>\kappa=1</math>) и пороговую функцию (<math>T=0,7</math>). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций эквивалентности и дизъюнкции (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.</p>
1.2. Постановка и решение задачи обучения нейронных сетей	<p>Какие задачи может решать один искусственный нейрон?</p> <p>К какому классу относится задача распознавания кошек и собак?</p> <p>В каком виде подаются на нейронную сеть данные для классификации?</p> <p>Что такое линейная разделимость?</p> <p>Какую задачу бинарной классификации не может решить один нейрон, но смогут решить 2 нейрона?</p> <p>На сколько классов может разбить сет данных слой из нейронов?</p> <p>Как подготовить данные для обучения нейронной сети?</p> <p>Чем отличается обучение с учителем от обучения без учителя?</p> <p>Для чего датасет входных данных делят на валидационный, тренировочный и тестовый?</p> <p>Для чего используется тестовая выборка данных?</p> <p>Из-за чего происходит отклонение наблюдаемых значений от идеальной, теоретической зависимости?</p> <p>Представим, что нейронная сеть, которую мы должны научить — это пульт с ручкой. а успешно себя вести он будет тогда, когда ручки этого пульта будут в правильном положении. Какая функция подсказывает нам, в каком направлении их крутить, чтобы наконец прийти к правильному решению?</p> <p>Какие методы обучения нейронных сетей существуют?</p> <p>Какие из них наиболее просты и перспективны?</p>	<p>2. Просчитать одну итерацию цикла обучения методом обратного распространения ошибки многослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 слоев, причем в первом слое находится 2 нейрона и используется сигмоидальная функция активации (<math>\kappa=0,9</math>), а во втором - 1, линейная (<math>1=0,7</math>) функция. В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операции «штрих Шеффера» (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса</p>

	<p>Какие градиентные методы обучения нейронных сетей вы знаете?          Чем они отличаются друг от друга?          Какие из этих методов учитывают историю изменения градиента?</p>	<p>здать случайным образом.</p> <p>3. Используя геометрический метод обучения настроить однослойную нейронную сеть для логической функции «стрелка Пирса» в биполярном случае, при подходящей функции активации.</p> <p>4. Подобрать подходящую нейронную сеть и провести её обучение геометрическим методом для задачи распознавания внутренней области выпуклого многоугольника с указанными вершинами</p>
2. Стандартные архитектуры нейронных сетей		
<p>2.1. Радиально-базисные нейронные сети.          Самоорганизующиеся нейронные сети. Сети Кохонена</p>	<p>Какой вид имеет радиально-базисная функция активации?          Для решения каких задач применяются радиально-базисные сети? Какие задачи нельзя решить с их помощью?          Какой вид обучения характерен для нейронных сетей Кохонена? Какие задачи решают сети Кохонена?          В чем состоит суть теории «выигравших нейронов»?          Чем кластеризация отличается от классификации?          Какие разновидности карт Кохонена анализируются при обучении?</p>	
<p>2.2. Многоклассовая классификация.          Аппроксимация и регрессия.          Оптические нейронные сети</p>	<p>Для решения каких практических задач применяется многоклассовая классификация?          Сформулируйте правила Хебба для обучения классифицирующей нейронной сети.          Какие архитектуры нейронных сетей чаще всего применяются для решения задач аппроксимации и регрессии?          Что такое нормирование входных значений и для чего оно нужно?          Почему функция потерь имеющая гладкую поверхность предпочтительнее для многопараметрической классификации?          В чем преимущество оптических нейронных сетей перед компьютерными?          Какие два основных класса оптических нейронных сетей были разработаны учеными?          Какие архитектуры нейронных сетей можно создавать при помощи фотоэлектронных матричных умножителей?          Какие оптические нейронные сети применяются для распознавания изображений?          С какими трудностями сталкиваются ученые, разрабатывающие оптические нейронные сети?</p>	
3. Архитектура с оптимизацией		
<p>3.1. Ассоциативные запоминающие нейронные сети. Сеть Хопфилда</p>	<p>Каким образом можно реализовать ассоциативную память с использованием нейронных сетей? Каков алгоритм восстановления зашумленных изображений сетью Хопфилда?          Сколько и каких слоев содержит сеть Хопфилда? Каковы особенности матрицы весов сети Хопфилда, которые позволяют реализовать ассоциативную память?          Как происходит обучение сети Хопфилда?          Что такое аттракторы? Какие аттракторы гарантируют устойчивое состояние сети в результате обучения?          Что такое ложные или динамические аттракторы и при каких условиях они возникают?</p>	
<p>3.2. Рекуррентные нейронные сети. Сеть Элмана</p>	<p>Какие особенности архитектуры характерны для рекуррентных нейронных сетей?          Какие задачи успешно решают сети Элмана?          Какова роль контекстного слоя?</p>	



4. Сверточные нейронные сети	<p>В чем преимущество сверточных нейронных сетей перед полносвязными?</p> <p>Каким образом сверточный слой уменьшает количество параметров сети?</p> <p>Как фильтр (ядро свертки) позволяет находить нужные объекты на изображении?</p> <p>Что представляет собой сверточный слой?</p> <p>Какой размер ядра свертки оптимален? Как задается количество карт признаков?</p> <p>Какие слои, кроме сверточного встречаются в архитектурах сверточных нейронных сетей?</p> <p>Какова роль слоев софтмакс и пуллинга?</p> <p>Какие компании разрабатывают современные глубокие сверточные глубокие сети?</p> <p>Почему существует такое разнообразие архитектур?</p>	
5 Применение нейронных сетей	<p>Какие задачи являются классическими для нейронных сетей, распознающих изображения?</p> <p>Какие архитектуры нейронных сетей чаще всего применяются для распознавания изображений?</p> <p>При каких условиях нейронные сети могут распознавать изображения лучше мозга человека?</p> <p>Какие два подхода существуют для повышения эффективности контекстной рекламы?</p> <p>Какие современные системы предоставления контекстной рекламы, основанные на несетевых алгоритмах вы можете назвать?</p> <p>Почему нейронные сети столь эффективны в диагностике заболеваний?</p> <p>В каких медицинских системах применяется способность нейронных сетей предсказывать временные последовательности?</p> <p>Приведите примеры применения нейронных сетей в борьбе с онкологическими заболеваниями.</p> <p>Какие задачи информационной безопасности можно решать при помощи нейронных сетей?</p>	

Составитель (и): Решетникова Е.В., доцент