

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Программное обеспечение автоматизированных систем»



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
/ Т.Р. Змызгова/
«*ЗР*» сентября 2022 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

09.03.04 – Программная инженерия

Направленность:
Программное обеспечение автоматизированных систем

Форма обучения: очная, заочная


Курган 2022

Рабочая программа дисциплины «Нейрокомпьютерные системы» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата «Программная инженерия» (Программное обеспечение автоматизированных систем), утвержденными для очной формы обучения «30» августа 2022 года, для заочной формы обучения «30» августа 2022 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Программное обеспечение автоматизированных систем» «01» сентября 2022 года, протокол № 1.

Рабочую программу составили:

Доцент кафедры
«Программное обеспечение
автоматизированных систем»,
к.ф.-м.н, доцент



О.С. Черепанов

Согласовано:

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



В. К. Волк

Начальник управления
образовательной деятельности



И. В. Григоренко

Специалист по учебно-методической
работе учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единиц трудоемкости (144 академических часов)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		6
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	48	48
в том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	32	32
Аудиторные занятия в интерактивной форме, часов	-	-
Самостоятельная работа, всего часов	96	96
в том числе:		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	51	51
Контрольная работа	18	18
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	144	144

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	12	12
в том числе:		
Лекции	6	6
Лабораторные работы	6	6
Аудиторные занятия в интерактивной форме, часов	-	-
Самостоятельная работа, всего часов	132	132
в том числе:		
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	96	96
Контрольная работа	18	18
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	144	144

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Нейрокомпьютерные системы» относится к части, формируемой участниками образовательных технологий, блок Б1, модуль «Системы интеллектуальной обработки данных».

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Математический анализ.
- Алгебра и геометрия.
- Вычислительная математика.
- Методы и алгоритмы анализа данных.
- Основы программирования.
- Задачи и методы искусственного интеллекта.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для изучения дисциплин: «Прикладные задачи машинного обучения», «Методы и алгоритмы принятия решений» и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Нейрокомпьютерные системы» является формирование теоретических знаний и практических навыков проектирование интеллектуальных программных систем.

Задачами дисциплины являются изучение основных архитектур искусственных нейронных сетей и методов их обучения.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задачи (УК-1);
- способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);
- способность применять современный математический аппарат и методы компьютерного моделирования в профессиональной деятельности (ПК-1);
- способность оформлять аналитические справки и научно-технические отчеты, публиковать результаты выполненной работы (ПК-2).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

Знать

- основные архитектуры искусственных нейронных сетей (для УК-1, ПК-1);

- алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей (для УК-1, ПК-1).

Уметь

- применять теоретические знания для разработки интеллектуальных программных систем обработки данных (для УК-2, ПК-2).

Владеть:

- современными программными средствами реализации искусственных нейронных сетей (для ПК-1, ПК-2).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

№	Наименование раздела	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Практические работы
1	Основные архитектуры искусственных нейронных сетей	12	16
	Рубежный контроль №1		2
2	Новые архитектуры искусственных нейронных сетей и их применение	4	12
	Рубежный контроль №2		2
Всего:		16	32

Заочная форма обучения

№	Наименование раздела	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Практические работы
1	Основные архитектуры искусственных нейронных сетей	4	4
2	Новые архитектуры искусственных нейронных сетей и их применение	2	2
Всего:		6	6

4.2. Содержание лекционных занятий

Наименование и содержание лекции	Часов контактной работы с преподавателем	
	очная	заочная
Раздел 1. Основные архитектуры искусственных нейронных сетей		
<p>Лекция 1. Введение в искусственные нейронные сети</p> <p>Особенности строения и работы человеческого мозга. Успехи искусственных нейронных сетей. Обучение моделей. Функции ошибок, регуляризация. Граф вычислений. Дифференцирование на графе. Метод обратного распространения ошибки.</p>	2	2
<p>Лекция 2. Модель нейрона. Персептрон. Многослойный персептрон.</p> <p>История появления моделей искусственного нейрона. Персептрон. Идеи Хебба. Современные персептроны. Функции активации. Обучение персептронов. Многослойный персептрон. Метод обратного распространения для многослойных персептронов.</p>	2	
<p>Лекция 3. Борьба с переобучением искусственных нейронных сетей</p> <p>Проблема низкой обобщающей способности. Классификация методов борьбы с переобучением. Нормализация данных. Инициализация весов. Регуляризация в нейронных сетях. Метод ранней остановки. Dropout. Нормализация по мини-батчам. Современные методы оптимизации.</p>	2	2
<p>Лекция 4. Сверточные нейронные сети. Автокодировщики.</p> <p>История возникновения сверточных нейронных сетей: зоны зрительной коры. Типы данных для сверточных нейронных сетей. Идея сверток. Операция свертки. Свойства сверток. Сверточный слой. Нелинейность в сверточном блоке. Субдискретизация. Обучение сверточного блока. Свертка 1x1. Задача классификации изображений. LeNet-5.</p> <p>Современные сверточные архитектуры: AlexNet, VGG, Inception, ResNet.</p>	4	

Идея автокодировщиков. Общая архитектура автокодировщиков. Шумоподавляющий автокодировщик.		
Лекция 5. Рекуррентные нейронные сети Последовательности как тип данных для рекуррентных нейронных сетей. Примеры последовательностей. Задачи, связанные с обработкой последовательностей. Архитектуры RNN. Разворачивание сети. Simple RNN и его обучение. Двухнаправленные RNN. LSTM, GRU. Модификации LSTM: гейт времени.	2	
Раздел 2. Новые архитектуры искусственных нейронных сетей и их применение		
Лекция 6. Архитектуры нейронных сетей для обработки естественного языка Обзор задач NLP. Типы задач NLP. Инструменты NLP. Предобработка текста: токенизация, нормализация, удаление слов. Выделение признаков. One-hot encoding. Bag of words. TF-IDF. Коллокация. PMI. Контекстные эмбединги. Word2Vec. GloVe. FastText. Языковые подобию. Краткий обзор трансформеров.	2	
Лекция 7. Порождающие и состязательные модели. Описание порождающих моделей. Таксономия порождающих моделей. WaveNet. Казуальные свертки. PixelRNN, PixelCNN, Draw. Порождающие состязательные модели. Генератор. Дискриминатор. Формализация GAN. Архитектуры, основанные на GAN: DCGAN, SRGAN, условный GAN. InfoGAN, StackGAN. Состязательный автокодировщик. Условный AAE.	2	2
Итого:	16	6

4.3. Лабораторные работы

Номер раздела, темы	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Норматив времени, час.	
			очная	заочная
1	Основные архитектуры искусственных нейронных сетей	Лабораторная работа №1. Решение задачи классификации или регрессии многослойным перцестроном на табличных данных	4	2
		Лабораторная работа №2. Классификация изображений сверточными нейронными сетями	6	2
		Лабораторная работа №3. Прогнозирование временных рядов рекуррентными нейронными сетями	6	2
		Рубежный контроль №1	2	-
2	Новые архитектуры искусственных нейронных сетей и их применение	Лабораторная работа №4. Классификация текстов	6	-
		Лабораторная работа №5. Генерация изображений	6	-
		Рубежный контроль № 2	2	-
Всего:			32	6

4.4 Контрольная работа

Основная цель выполнения контрольной работы — ознакомление с современными архитектурами искусственных нейронных сетей.

Контрольная работа предполагает написание подготовку доклада на тему адаптивных экспертных систем, утвержденную преподавателем.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Во время лекций по дисциплин студентам рекомендуется конспектировать теоретический материал, отмечая важные моменты, на которые заострил внимание преподаватель, участвовать в опросах и дискуссиях. Перед лекций необходимо повторить выданный материал, зафиксировать непонятные моменты, чтобы обсудить их на занятии. Конспект лекций представлен в виде мультимедийных презентаций и включен в состав методического комплекса дисциплины.

Лабораторный практикум включает практические задания по двум разделам дисциплины: «Основные архитектуры искусственных нейронных сетей» и «Новые архитектуры искусственных нейронных сетей и их применение». Все работы выполняются в соответствии с заданием, выданным преподавателем.

Самостоятельная работа студентов включает в себя проработку материала лекционного курса дисциплины, подготовку и выполнение практических работы, выполнение контрольной работы, а также подготовку к рубежному контролю (для очной формы обучения) и к экзамену (для очной формы) и зачету (для заочной формы).

Для текущего контроля успеваемости обучения для очной формы обучения используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся. Для получения высокой оценки настоятельно рекомендуется активно участвовать во время обсуждения материала дисциплины на лекционных и лабораторных занятиях, а также тщательно его прорабатывать при самостоятельной работе.

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	очная	заочная
Самостоятельное изучение тем дисциплины раздела:	39	90
Основные архитектуры искусственных нейронных сетей	19	45
Новые архитектуры искусственных нейронных сетей и их применение	20	45
Подготовка к лабораторным работам	10	6
Подготовка к рубежным контролям (по 1 часу на каждый рубеж)	2	-
Подготовка к контрольной работе	18	18
Подготовка к экзамену	27	-
Подготовка к зачету	-	18

Всего:	96	132
---------------	-----------	------------

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения).
2. Отчеты студентов по лабораторным занятиям.
3. Банк заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения).
4. Контрольная работа (для очной формы обучения).
6. Вопросы к экзамену (для очной формы обучения) / зачету (для заочной формы обучения).

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание						
		Распределение баллов, 6 семестр						
	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита результатов лабораторных работ	Выполнение и защита контрольной работы	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен	
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Балльная оценка:	16 x 8 = 8 б	8 б x 5 = 40 б	10 б	6 б	6 б	30 б
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74...90 – хорошо; 91...100 – отлично.						

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования, экзамен в виде ответа на вопросы.

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

Варианты заданий для рубежных контролей № 1, № 2 состоят из 12 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 0.5 балла.

На каждую подготовку к рубежному контролю студенту отводится 1 академический час.

Преподаватель оценивает в баллах результаты рубежных контролей каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

На экзамене студенту предлагается ответить на 2 вопроса. Вопросы к экзамену доводятся до студентов на последней лекции в семестре. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. На подготовку ответа студенту отводится 1 астрономический час.

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

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей, экзамена и зачета

6.4.1 Примеры заданий для рубежного контроля №1

1. Обучение искусственных нейронных сетей называют:
 - а) процедуру вычисления пороговых значений для функции активации;
 - б) процедуру расчета вторых производных входного сигнала сети;
 - в) процедуру подстройки весовых значений
2. Какая часть сверточного блока не нуждается в обучении?
 - а) сверточный слой;
 - б) пуллинг;
 - в) нелинейность;
 - г) ядра.
3. Какой неконкретной сети не существует?
 - а) LSTM;
 - б) Vanilla RNN;
 - в) GRU;
 - г) MAUI.

6.4.2 Примеры заданий для рубежного контроля №2

1. Какого embedding слова не существует?
 - а) One-hot encoding;
 - б) Word2Vec;
 - в) TF-IDF;
 - г) RMI.
2. Что такое стемминг?

- а) удаление часто встречаемых слов;
- б) нахождение основы слова;
- в) удаление редко встречаемых слов;
- г) процесс поиска векторного представления слова.

3. Из каких частей состоят классические состязательные сети?

- а) победитель — проигравший;
- б) кодировщик — декодировщик;
- в) генератор — дискриминатор;
- г) свертка — пуллинг.

6.4.3 Примерный перечень вопросов для экзамена (для очной формы обучения) / зачета (для заочной формы обучения)

1. Успехи искусственных нейронных сетей.
2. История появления искусственных нейронных сетей.
3. Персептрон. Устройство и его обучение. Связь с линейной регрессией.
4. Современные персептроны. Функции активации.
5. Многослойный персептрон. Обучение многослойного персептрона.
6. Классификация методов борьбы с переобучением.
7. Борьба с переобучением. Нормировка данных.
8. Методы инициализации весов многослойного персептрона.
9. Регуляризация в нейронных сетях.
10. Нормализация по мини-батчам.
11. Современные методы оптимизации, применяемые при обучении искусственных нейронных сетей.
12. Предпосылки появления сверточных нейронных сетей.
13. Структура сверточного блока.
14. Обучение сверточного блока.
15. Задача классификации изображений. Интерпретация feature map.
16. Архитектура ИНС для решения задачи классификации изображений: LeNet-5, AlexNet.
17. Архитектура ИНС для решения задачи классификации изображений: VGG.
18. Архитектура ИНС для решения задачи классификации изображений: Inception.
19. Архитектура ИНС для решения задачи классификации изображений: ResNet.
20. Автокодировщики. Архитектура. Обучение.
21. Рекуррентные нейронные сети. Simple RNN. Архитектура. Обучение.
22. Рекуррентные нейронные сети. LSTM.
23. Рекуррентные нейронные сети. GRU.
24. NLP. Обзор и типы задач. Предобработка текста.
25. NLP. Выделение признаков. One-hot encoding. Bag of words.

26. NLP. Выделение признаков. TF-IDF. PMI.
27. Word2Vec.
29. Описание порождающих моделей. Таксономия порождающих моделей.
30. WaveNet. Казуальные свертки. PixelRNN, PixelCNN, Draw.
31. Порождающие состязательные модели. Генератор. Дискриминатор. Формализация GAN.
32. Архитектуры, основанные на GAN: DCGAN, SRGAN, условный GAN. InfoGAN, StackGAN.
33. Состязательный автокодировщик. Условный AAE.

6.4.4 Примерные темы контрольной работы

1. Архитектура и обучение трансформаторов в задаче машинного перевода.
2. Языковые модели. Эмбединги предложений.
3. Искусственные нейронные сети в задаче генерации изображений по описанию.
4. Искусственные нейронные сети в задаче анализа речи.
5. Искусственные нейронные сети в задаче синтеза речи.

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. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 480 с.: ил.
2. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкина. — 2-е изд., испр. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 652 с.
3. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python— СПб.: Питер, 2018. — 400 с.: ил.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 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 и контрольных работ.

8.2 Программное обеспечение

№	Наименование	Использование
1	PyTorch или Tensorflow/Keras	Реализация программного обеспечения в рамках лабораторных работ
2	Интегрированная среда разработки Py-Charm	

9 ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнений ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины

НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

09.03.04 Программная инженерия

направленность
Программное обеспечение автоматизированных систем

формы обучения – очная , заочная

Трудоемкость освоения дисциплины – 4 зач. ед. (144 акад. часов) для
очной формы и 4 зач. ед. (144 акад. часа) для заочной формы.

Семестры: 6-й (очная форма обучения), 7-й (заочная форма
обучения)

Промежуточная аттестация: экзамен для очной формы и зачет для
заочной формы обучения

Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные архитектуры искусственных нейронных сетей

Раздел 2. Новые архитектуры искусственных нейронных сетей и их применение