

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 43

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

ДОЦ., К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«17» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Интеллектуальный анализ данных на основе методов машинного обучения»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Программная инженерия
Наименование направленности	Проектирование программных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н., доцент

(должность, уч. степень, звание)

 13.06.24

(подпись, дата)

В.Ю.Скобцов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 43

«17» июня 2024 г, протокол № 05/2024

Заведующий кафедрой № 43

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

 17.06.2024

(подпись, дата)


М.Ю. Охтилев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

 17.06.2024

(подпись, дата)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Интеллектуальный анализ данных на основе методов машинного обучения» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.04 «Программная инженерия» направленности «Проектирование программных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№43».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-6 «Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с машинным обучением, а именно его современным развитием – глубоким обучением, как современной методологией интеллектуального анализа данных в программной инженерии, и ее применением в программно-алгоритмическом обеспечении информационных систем, для повышения качества системного анализа данных в информационных технологиях.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Изучение полидисциплинарных знаний в информационных системах с применением современных разделов искусственного интеллекта. Получение навыков профессионального владения в области интеллектуального анализа данных на основе современных методов машинного/глубокого обучения в разработке информационных аналитических систем, в частности, решении задач интеллектуального анализа данных средствами математического, алгоритмического и программного обеспечения: предварительного анализа, обработки и представления данных, классификации объектов различной природы, построения регрессионных зависимостей и прогнозирования процессов реального мира на основе данных различной природы, компьютерного зрения, обработки текстовых данных и генеративного глубокого обучения.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-6 Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности	ПК-6.3.1 знать математические методы искусственного интеллекта и обработки данных ПК-6.3.2 знать основные методы, модели и алгоритмы искусственного интеллекта и области их применения ПК-6.У.1 уметь применять методы, модели и алгоритмы искусственного интеллекта при проектировании и разработке специального программного обеспечения ПК-6.У.2 умеет ставить задачи и выполнять проектирование систем искусственного интеллекта ПК-6.В.1 владеть навыками использования инструментальных средств разработки систем искусственного интеллекта

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Основы машинного обучения,
- Эволюционные методы проектирования ПИС,
- Прикладные модели оптимизации,
- Вычислительная математика,
- Прикладная теория вероятностей и статистика,
- Теория вероятностей,
- Математика. Математический анализ,
- Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра,

- Дискретная математика,
- Основы программирования,
- Алгоритмы и структуры данных,
- Объектно-ориентированное программирование,
- Проектирование программных систем.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Системы искусственного интеллекта,
- Обработка экспериментальных данных,
- Защита информации,
- Дипломное проектирование

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№7	№8
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	4/ 144	1/ 36
<b>Из них часов практической подготовки</b>	44	34	10
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	78	68	10
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	34	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	10		10
экзамен, (час)	36	36	
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	66	40	26
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.,	Экз.	

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.  
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Раздел 1. Машинное/глубокое обучение как современная методология интеллектуального анализа данных. Тема 1.1. Определение и задачи машинного/глубокого обучения. Типы систем машинного/глубокого обучения, виды обучения.	4		2		5

<p>Тема 1.2. Данные в машинном обучении.</p> <p>Тема 1.3. Основные метрики оценки моделей машинного/глубокого обучения.</p> <p>Тема 1.4. Python для задач интеллектуального анализа и обработки данных на основе методологии машинного обучения. Среда разработки Anaconda, инструменты Spider и Jupyter Notebook. Основные пакеты разработки систем машинного обучения. Полный проект интеллектуального анализа данных на основе методологии машинного/глубокого обучения.</p>					
<p>Раздел 2. Основы искусственных нейронных сетей.</p> <p>Тема 2.1. Биологический нейрон, как элемент мозга. История искусственных нейронных сетей. Основные задачи, решаемые искусственными нейронными сетями. Примеры применения искусственных нейронных сетей.</p> <p>Тема 2.2. Модель искусственного нейрона. Виды активационных функций. Основные компоненты и виды нейронных сетей.</p> <p>Тема 2.3. Типы обучения нейронных сетей. Теорема Колмогорова.</p>	2		2		5
<p>Раздел 3. Глубокое обучение основные понятия и концепции</p> <p>Тема 3.1. Глубокое обучение, определение и концепция. Глубокая нейронная сеть, принцип обучения и работы.</p> <p>Тема 3.2. Представление данных для нейронных сетей: структурирование данных, тензоры как основная структура данных глубокого обучения, геометрическая интерпретация операций с тензорами и глубокого обучения.</p> <p>Тема 3.3. Базовый алгоритм обучения нейронных сетей – алгоритм обратного распространения ошибки или градиентного спуска.</p> <p>Тема 3.4. Фреймворк Keras – базовый инструмент разработки нейронных сетей глубокого обучения.</p> <p>Тема 3.5. Полносвязные нейронные сети. Сравнение с моделью логистической регрессии. Пример решения задачи распознавания полносвязной сетью, реализованной на языке Python средствами Keras.</p> <p>Тема 3.6. Проблемы исчезновения и взрывного роста градиентов. Методы решения: инициализация весовых коэффициентов, ненасыщаемые функции активации, пакетная нормализация.</p> <p>Тема 3.7. Современные методы и алгоритмы обучения нейронных сетей: пакетное обучение, мини-пакетное обучение, стохастический градиентный спуск, моментная оптимизация, ускоренный градиент Нестерова, алгоритм AdaGrad, алгоритм RMSProp, алгоритм Adam.</p> <p>Тема 3.8. Регуляризация нейросетевых моделей: раннее прекращение, динамическое изменение скорости обучения и применение обратных вызовов для воздействия на модель в ходе обучения; L1, L2 регуляризация; регуляризация исключением – dropout; регуляризация дополнением данных.</p>	4		4		5

Тема 3.10 Примеры решения задач регрессионного и классификационного анализа последовательностей данных полносвязными нейронными сетями.					
Раздел 4. Сверточные нейронные сети. Тема 4.1. Сверточные 2-мерные нейронные сети: архитектура, основные операции и принципы работы сверточной сети. Примеры решения задач компьютерного зрения 2-мерными сверточными сетями. Тема 4.2. Использование предварительно обученной сверточной нейронной сети и ее дообучение. Тема 4.3. Сверточные 1-мерные нейронные сети: анализ последовательностей данных. Примеры решения задач регрессионного и классификационного анализа последовательностей данных.	4		6		5
Раздел 5. Рекуррентные нейронные сети (РНС). Тема 5.1. Рекуррентные нейронные сети: архитектура и принципы работы, основные задачи машинного/глубокого обучения анализа последовательностей данных. Тема 5.2. Простые РНС. Тема 5.3. РНС типа Long Short-Term Memory – LSTM РНС. Тема 5.4. РНС типа Gated Recurrent Units – GRU РНС. Тема 5.5. Улучшенные методы использования рекуррентных нейронных сетей: рекуррентный dropout, последовательное объединение рекуррентных нейронных слоев, двунаправленные РНС. Тема 5.6. Примеры программных реализаций рекуррентных нейронных сетей и решения задач регрессионного и классификационного анализа последовательностей данных.	4		6		5
Раздел 6. Автокодировщики. Тема 6.1. Архитектура автокодировщика и принципы работы, обучение. Тема 6.2. Шумоподавляющие, сжимающие и вариационные автокодировщики. Примеры программных реализаций. Тема 6.3. Обучение нейронных сетей на частично размеченных данных. Предобучение и точная настройка нейронной сети. Предобучение с применением ограниченных машин Больцмана, пример программной реализации. Предобучение с использованием автокодировщиков.	4		2		5

Раздел 7. Нейросетевая обработка текстовых данных (Natural language processing – NLP). Тема 7.1. Нейросетевая обработка текстовых данных (Natural language processing – NLP). Различные виды представления текстовых данных для решения задач NLP (токенизация, слой TextVectorization, униграммы, биграммы, биграммы с TF-IDF кодированием, слой Embedding, предварительно обученные векторные представления текстовых данных Word2vec и GloVe). Трансформеры: архитектура и принципы работы. Пример решения задачи классификации текстовых данных. Пример решения задачи машинного перевода на основе нейронных сетей типа трансформер и обучения «Sequence-to-sequence».	6		6		5
Раздел 8. Генеративное глубокое обучение. Тема 8.1. Генерирование текста с помощью глубоких РНС и трансформеров. Тема 8.2. DeepDream как метод обработки изображений на основе использования представлений, полученных сверточными нейронными сетями. Тема 8.3. Нейронная передача стиля. Тема 8.4. Генерирование изображений с вариационными автокодировщиками.	6		6		5
Итого в семестре:	34		34		40
<b>Семестр 8</b>					
Выполнение курсового проекта				10	
Итого в семестре:				10	26
Итого	34	0	34	10	66

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1.</b>	Раздел 1. Машинное/глубокое обучение как современная методология интеллектуального анализа данных. Тема 1.1. Определение и задачи машинного/глубокого обучения. Типы систем машинного/глубокого обучения, виды обучения. Тема 1.2. Данные в машинном обучении. Тема 1.3. Основные метрики оценки моделей машинного/глубокого обучения. Тема 1.4. Python для задач интеллектуального анализа и обработки данных на основе методологии машинного обучения. Среда разработки Anaconda, инструменты Spider и Jupyter Notebook. Основные пакеты разработки систем машинного обучения.



	<p>Полный проект интеллектуального анализа данных на основе методологии машинного/глубокого обучения.</p>
2.	<p>Раздел 2. Основы искусственных нейронных сетей.          Тема 2.1. Биологический нейрон, как элемент мозга. История искусственных нейронных сетей. Основные задачи, решаемые искусственными нейронными сетями. Примеры применения искусственных нейронных сетей.          Тема 2.2. Модель искусственного нейрона. Виды активационных функций. Основные компоненты и виды нейронных сетей.          Тема 2.3. Типы обучения нейронных сетей. Теорема Колмогорова.</p>
3.	<p>Раздел 3. Глубокое обучение основные понятия и концепции          Тема 3.1. Глубокое обучение, определение и концепция. Глубокая нейронная сеть, принцип обучения и работы.          Тема 3.2. Представление данных для нейронных сетей: структурирование данных, тензоры как основная структура данных глубокого обучения, геометрическая интерпретация операций с тензорами и глубокого обучения.          Тема 3.3. Базовый алгоритм обучения нейронных сетей – алгоритм обратного распространения ошибки или градиентного спуска.          Тема 3.4. Фреймворк Keras – базовый инструмент разработки нейронных сетей глубокого обучения.          Тема 3.5. Полносвязные нейронные сети. Сравнение с моделью логистической регрессии. Пример решения задачи распознавания полносвязной сетью, реализованной на языке Python средствами Keras.          Тема 3.6. Проблемы исчезновения и взрывного роста градиентов. Методы решения: инициализация весовых коэффициентов, ненасыщаемые функции активации, пакетная нормализация.          Тема 3.7. Современные методы и алгоритмы обучения нейронных сетей: пакетное обучение, мини-пакетное обучение, стохастический градиентный спуск, моментная оптимизация, ускоренный градиент Нестерова, алгоритм AdaGrad, алгоритм RMSProp, алгоритм Adam.          Тема 3.8. Регуляризация нейросетевых моделей: раннее прекращение, динамическое изменение скорости обучения и применение обратных вызовов для воздействия на модель в ходе обучения; L1, L2 регуляризация; регуляризация исключением – dropout; регуляризация дополнением данных.</p>
4.	<p>Раздел 4. Сверточные нейронные сети.          Тема 4.1. Сверточные 2-мерные нейронные сети: архитектура, основные операции и принципы работы сверточной сети. Примеры решения задач компьютерного зрения 2-мерными сверточными сетями.          Тема 4.2. Использование предварительно обученной сверточной нейронной сети и ее дообучение.          Тема 4.3. Сверточные 1-мерные нейронные сети: анализ последовательностей данных. Примеры решения задач регрессионного и классификационного анализа последовательностей данных.</p>
5.	<p>Раздел 5. Рекуррентные нейронные сети (РНС).          Тема 5.1. Рекуррентные нейронные сети: архитектура и принципы работы, основные задачи машинного/глубокого обучения анализа последовательностей данных.          Тема 5.2. Простые РНС.          Тема 5.3. РНС типа Long Short-Term Memory – LSTM РНС.          Тема 5.4. РНС типа Gated Recurrent Units – GRU РНС.          Тема 5.5. Улучшенные методы использования рекуррентных нейронных сетей: рекуррентный dropout,</p>

	последовательное объединение рекуррентных нейронных слоев, двунаправленные РНС. Тема 5.6. Примеры программных реализаций и решения задач регрессионного и классификационного анализа последовательностей данных.
<b>6.</b>	Раздел 6. Автокодировщики. Тема 6.1. Архитектура автокодировщика и принципы работы, обучение. Тема 6.2. Шумоподавляющие, сжимающие и вариационные автокодировщики. Примеры программных реализаций. Тема 6.3. Предобучение и точная настройка нейронной сети. Ограниченные машины Больцмана, предобучение с применением ограниченных машин Больцмана. Предобучение с использованием автокодировщиков.
<b>7.</b>	Раздел 7. Нейросетевая обработка текстовых данных (Natural language processing – NLP). Тема 7.1. Нейросетевая обработка текстовых данных (Natural language processing – NLP). Различные виды представления текстовых данных для решения задач NLP (токенизация, слой TextVectorization, униграммы, биграммы, биграммы с TF-IDF кодированием, слой Embedding, предварительно обученные векторные представления текстовых данных Word2vec и GloVe). Трансформеры: архитектура и принципы работы. Пример решения задачи классификации текстовых данных. Пример решения задачи машинного перевода на основе нейронных сетей типа трансформер и обучения «Sequence-to-sequence».
<b>8.</b>	Раздел 8. Генеративное глубокое обучение. Тема 8.1. Генерирование текста с помощью глубоких РНС и трансформеров. Тема 8.2. DeepDream как метод обработки изображений на основе использовании представлений, полученных сверточными нейронными сетями. Тема 8.3. Нейронная передача стиля. Тема 8.4. Генерирование изображений с вариационными автокодировщиками.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической	№ раздела

			подготовки, (час)	дисциплины
Семестр 7				
1	Решение задачи регрессионного анализа данных на основе моделей нейронных сетей.	6	6	1-5
2	Решение задачи прогностического анализ данных на основе моделей нейронных сетей.	4	4	3-5
3	Решение задачи классификации данных временных рядов на основе моделей нейронных сетей.	6	6	3-6
4	Решение задач компьютерного зрения на основе моделей нейронных сетей: собственной разработки и предобученных/дообученных моделей.	6	6	4
5	Решение задач обработки текстовых данных на основе моделей нейронных сетей.	6	6	7
6	Решение задач генеративного глубокого обучения.	6	6	8
Всего		34	34	

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта: закрепление и развитие навыков методов машинного/глубокого обучения в проектировании и разработке программно-алгоритмического обеспечения, улучшение качества и эффективности информационных систем.

Часов практической подготовки: 10

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час	Семестр 8, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	15	15	
Курсовое проектирование (КП, КР)	26		26
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	15	15	
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10	
Всего:	66	40	26

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Маккинни У. Python и анализ данных. Первичная обработка данных с применением pandas, NumPy и Jupiter. - Издательство "ДМК Пресс", 2023.	
<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Маккинни У. Python и анализ данных Издательство "ДМК Пресс", 2020.	
<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение. - Издательство "ДМК Пресс", 2018.	
<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Ферлитш Э. Шаблоны и практика глубокого обучения. - Издательство "ДМК Пресс", 2022.	
<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Антонио Джулли, Суджит Пал Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow. - Издательство "ДМК Пресс", 2018.	
<a href="http://e.lanboo.com/">http://e.lanboo.com/</a>	Паттерсон Дж., Гибсон А. Глубокое обучение с точки зрения практика. - Издательство "ДМК Пресс", 2018.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://anaconda.cloud/support-center/product-documentation">https://anaconda.cloud/support-center/product-documentation</a>	Документация по среде разработки Anaconda, ее компонентам и инструментам
<a href="https://www.anaconda.com/open-source">https://www.anaconda.com/open-source</a>	Современные пакеты, библиотеки и инструменты разработки систем машинного обучения в Python
<a href="https://keras.io/">https://keras.io/</a>	Пакет разработки нейросетевых моделей Keras.

<https://www.tensorflow.org/>

Пакет разработки нейросетевых моделей Tensorflow.

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Свободно распространяемое ПО: - интерпретатор языка программирования Python 3.*; - среда разработки Anaconda с соответствующими инструментами (Spyder, Jupyter Notebook) и пакетами машинного/глубокого обучения, обработки и визуализации данных. <a href="https://www.anaconda.com/products/distribution">https://www.anaconda.com/products/distribution</a>

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
2	Мультимедийная лекционная аудитория	Б.М., 32-03, 32-04
5	Специализированная лаборатория «Название»	Б.М. 23-08, 23-09, 23-10

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Определение и задачи машинного обучения. Типы систем машинного обучения, виды обучения.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2
2.	Данные в машинном/глубоком обучении.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
3.	Метрики оценки качества моделей регрессии.	ПК-6.3.1,

		ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
4.	Метрики оценки качества моделей классификации.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
5.	Биологический нейрон, как элемент мозга. Основные задачи, решаемые искусственными нейронными сетями.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2
6.	Модель искусственного нейрона. Виды активационных функций. Основные компоненты и виды нейронных сетей.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2
7.	Типы обучения нейронных сетей. Теорема Колмогорова.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2
8.	Глубокое обучение, определение и концепция. Глубокая нейронная сеть, принцип обучения и работы.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
9.	Представление данных для нейронных сетей: структурирование данных, тензоры как основная структура данных глубокого обучения, геометрическая интерпретация операций с тензорами и глубокого обучения.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
10.	Базовый алгоритм обучения нейронных сетей – алгоритм обратного распространения ошибки/градиентного спуска.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2
11.	Полносвязные нейронные сети. Сравнение с моделью логистической регрессии.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
12.	Проблемы исчезновения и взрывного роста градиентов. Метод решения: методы инициализации весовых коэффициентов.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
13.	Проблемы исчезновения и взрывного роста градиентов. Метод решения: ненасыщаемые функции активации.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
14.	Проблемы исчезновения и взрывного роста градиентов. Метод решения: пакетная нормализация.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
15.	Современные методы обучения нейронных сетей: пакетное обучение, мини-пакетное обучение, стохастический градиентный спуск. Сравнение.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
16.	Современные алгоритмы обучения нейронных сетей: моментная оптимизация.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
17.	Современные алгоритмы обучения нейронных сетей: ускоренный градиент Нестерова.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
18.	Современные алгоритмы обучения нейронных сетей: алгоритм AdaGrad.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
19.	Современные алгоритмы обучения нейронных сетей: алгоритм RMSProp.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
20.	Современные алгоритмы обучения нейронных сетей: алгоритм Adam.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
21.	Регуляризация нейросетевых моделей: раннее	ПК-6.3.1,

	прекращение, динамическое изменение скорости обучения и применение обратных вызовов для воздействия на модель в ходе обучения.	ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
22.	Регуляризация нейросетевых моделей: l1, l2 регуляризация.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
23.	Регуляризация нейросетевых моделей: регуляризация исключением – dropout.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
24.	Регуляризация нейросетевых моделей: регуляризация дополнением данных.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
25.	Сверточные 2-мерные нейронные сети: архитектура, основные операции и принципы работы сверточной сети.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
26.	Сверточные 1-мерные нейронные сети: анализ последовательностей данных.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
27.	Рекуррентные нейронные сети: архитектура и принципы работы, основные задачи машинного/глубокого обучения анализа последовательностей данных.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
28.	Простые РНС.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
29.	РНС типа Long Short-Term Memory – LSTM РНС.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
30.	РНС типа Gated Recurrent Units – GRU РНС.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
31.	Улучшенные методы использования рекуррентных нейронных сетей: рекуррентный dropout, последовательное объединение рекуррентных нейронных слоев, двунаправленные РНС.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
32.	Архитектура автокодировщика и принципы работы, обучение. Виды сжимающих и шумоподавляющих автокодировщиков.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
33.	Вариационные автокодировщики.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
34.	Предобучение и точная настройка нейронной сети. Ограниченные машины Больцмана, предобучение с применением ограниченных машин Больцмана.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
35.	Предобучение и точная настройка нейронной сети. Предобучение с использованием автокодировщиков.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
36.	Нейросетевая обработка текстовых данных (Natural language processing – NLP). Различные виды представления и подготовки текстовых данных для решения задач NLP.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
37.	Различные виды представления и подготовки текстовых данных для решения задач NLP: TextVectorization.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1



38.	Различные виды представления и подготовки текстовых данных для решения задач NLP: униграммы, биграммы, биграммы с TF-IDF кодированием.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
39.	Различные виды представления и подготовки текстовых данных для решения задач NLP: Embedding.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
40.	Различные виды представления и подготовки текстовых данных для решения задач NLP: предварительно обученные векторные представления текстовых данных Word2vec и GloVe.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
41.	Трансформеры: архитектура и принципы работы. Концепция и слой внимания.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
42.	Трансформеры: архитектура и принципы работы. Архитектура кодировщик-декодировщик. Решаемые задачи различными конфигурациями трансформеров.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
43.	Предобучение и дообучение моделей трансформеров.	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1
44.	Python для задач интеллектуального анализа и обработки данных на основе методологии машинного обучения.	ПК-6.В.1
45.	Основные пакеты разработки систем машинного обучения.	ПК-6.В.1
46.	Среда разработки Anaconda, инструменты Spider и Jupyter Notebook.	ПК-6.В.1
47.	Решение задачи регрессионного анализа последовательностей данных полносвязными нейронными сетями средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
48.	Решение задачи классификационного анализа последовательностей данных полносвязными нейронными сетями средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
49.	Решение задачи регрессионного анализа последовательностей данных 1-мерными сверточными нейронными сетями средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
50.	Решение задачи классификационного анализа последовательностей данных 1-мерными сверточными нейронными сетями средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
51.	Решение задачи регрессионного анализа последовательностей данных рекуррентными нейронными сетями средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
52.	Решение задачи классификационного анализа последовательностей данных рекуррентными нейронными сетями средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
53.	Решения задач компьютерного зрения 2-мерными сверточными сетями средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
54.	Решения задач компьютерного зрения предварительно	ПК-6.У.1,

	обученной сверточной нейронной сетью и ее дообучение.	ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
55.	Решения задачи классификации текстовых данных рекуррентными нейронными сетями средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
56.	Решения задачи классификации текстовых данных нейронными сетями типа трансформер средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
57.	Решения задачи машинного перевода на основе нейронных сетей типа трансформер и обучения «Sequence-to-sequence» средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
58.	Решение задачи генерирования текста с помощью РНС средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения..	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
59.	Решение задачи генерирования текста с помощью трансформеров средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения..	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
60.	DeepDream как метод обработки изображений на основе использовании представлений, полученных 2-мерными сверточными нейронными сетями.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
61.	Решение задачи нейронной передачи стиля средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1
62.	Генерирование изображений с вариационными автокодировщиками средствами языка Python и пакетов машинного/глубокого обучения.	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Разработать приложение на основе модели гибридной нейросетевой модели: последовательное соединение одномерных сверточных и рекуррентных LSTM нейросетевых слоев с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.
2	Разработать приложение на основе модели гибридной нейросетевой модели: последовательное соединение одномерных сверточных и рекуррентных GRU нейросетевых слоев с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.
3	Разработать приложение на основе модели гибридной нейросетевой

	<p>модели: последовательностное соединение одномерных сверточных и рекуррентных двунаправленных (Bidirectional layer) нейросетевых слоев с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.</p>
4	<p>Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бэггинг на основе сверточной нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.</p>
5	<p>Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бэггинг на основе нейросетевой рекуррентной GRU модели с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.</p>
6	<p>Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бэггинг на основе рекуррентной LSTM нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.</p>
7	<p>Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бэггинг на основе рекуррентной двунаправленной (Bidirectional layer) нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.</p>
8	<p>Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бустинг на основе сверточной нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.</p>
9	<p>Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бустинг на основе нейросетевой рекуррентной GRU модели с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.</p>
10	<p>Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бустинг на основе рекуррентной LSTM нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.</p>
11	<p>Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бустинг на основе рекуррентной двунаправленной (Bidirectional layer) нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.</p>
12	<p>Разработать приложение на основе модели гибридной нейросетевой модели: последовательностное соединение одномерных сверточных и рекуррентных LSTM нейросетевых слоев с полносвязным классификатором, которое определяет сетевые атаки на основе данных сетевого трафика.</p>
13	<p>Разработать приложение на основе модели гибридной нейросетевой модели: последовательностное соединение одномерных сверточных и</p>



	рекуррентных двунаправленных (Bidirectional layer) нейросетевых слоев с полносвязным классификатором, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
26	Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бэггинг на основе сверточной нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
27	Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бэггинг на основе нейросетевой рекуррентной GRU модели с полносвязным классификатором, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
28	Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бэггинг на основе рекуррентной LSTM нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
29	Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бэггинг на основе рекуррентной двунаправленной (Bidirectional layer) нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
30	Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бустинг на основе сверточной нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
31	Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бустинг на основе нейросетевой рекуррентной GRU модели с полносвязным классификатором, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
32	Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бустинг на основе рекуррентной LSTM нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
33	Разработать приложение на основе модели ансамбля нейронных сетей типа бустинг на основе рекуррентной двунаправленной (Bidirectional layer) нейросетевой модели с полносвязным классификатором, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
34	Разработать приложение на основе модели нейронных сетей типа автокодировщик, которое определяет аномальное состояние здоровья пациента на основе его биомедицинских данных.
35	Разработать приложение на основе модели нейронных сетей типа автокодировщик, которое определяет аномальное состояние здоровья пациента на основе его биомедицинских данных.
36	Разработать приложение на основе модели нейронных сетей типа автокодировщик, которое определяет аномальное техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.
37	Разработать приложение на основе модели нейронных сетей типа автокодировщик, которое определяет сетевые атаки на основе данных сетевого трафика.
38	Разработать приложение на основе нейросетевой модели трансформера, которое определяет техническое состояние малого космического аппарата на основе данных его телеметрической информации.
39	Разработать приложение на основе нейросетевой модели трансформера,

	которое определяет сетевые атаки на основе данных сетевого трафика.
40	Разработать приложение на основе нейросетевой модели трансформера, которое определяет диагноз пациента на основе его биомедицинских данных.
41	Разработать приложение на основе моделей глубоких нейронных сетей, которое определяет по изображению лица входящего человека допуск в помещение и при положительном решении уровень его допуска.
42	Разработать приложение на основе 2-мерной сверточной нейронной сети, которое ставит диагноз пациенту по снимку легкого.
43	Разработать мобильное приложение на основе 2-мерной сверточной нейронной сети для распознавания номеров домов.
44	Разработать приложение на основе нейросетевой модели трансформера, которое классифицирует комментарии пользователей в соцсети.
45	Разработать приложение на основе рекуррентной нейросетевой модели, которое классифицирует комментарии пользователей в соцсети.
46	Разработать приложение на основе гибридной нейросетевой модели, которое классифицирует комментарии пользователей в соцсети.
47	Разработать приложение на основе сверточной нейросетевой модели, которое классифицирует комментарии пользователей в соцсети.
48	Разработать приложение на основе рекуррентной нейросетевой модели, которое генерирует текст на основе заданного фрагмента.
49	Разработать приложение на основе нейросетевой модели трансформера, которое генерирует текст на основе заданного фрагмента.
50	Разработать приложение на основе нейросетевой модели трансформера, которое выполняет суммаризацию заданного фрагмента текста.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Вопрос: Какой из приведенных типов моделей машинного обучения может решить задачу группировки заказчиков в случае наличия данных с категориальными эталонными метками?: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель кластеризации</li> <li>2. Модель определения аномалий</li> <li>3. <b>Модель классификации</b></li> <li>4. Модель регрессии</li> </ol> Ключ: 3	ПК-6.У.1, ПК-6.У.2
2.	Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов Вопрос: Какие из следующих методов являются методами регуляризации глубоких нейронных сетей?: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Метод L1/L2</b></li> <li>2. <b>Метод исключения – dropout</b></li> <li>3. Метод Adam</li> <li>4. <b>Метод дополнения данных (аугментация)</b></li> </ol> Ключ: 1,2,4	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1, ПК-6.У.2
3.	Инструкция: Прочитайте задание установите соответствие.	ПК-6.3.2,

	<p>Вопрос: Установите соответствие между типами слоев глубоких нейронных сетей и их обозначением в программной модели в пакетах Keras/Tensorflow языка Python:</p> <table border="1" data-bbox="347 280 1007 987"> <tr> <td data-bbox="347 280 422 394">A</td> <td data-bbox="422 280 708 394">Полносвязный слой</td> <td data-bbox="708 280 778 394">1</td> <td data-bbox="778 280 1007 394">Conv2D</td> </tr> <tr> <td data-bbox="347 394 422 595">B</td> <td data-bbox="422 394 708 595">Рекуррентный слой типа Long Short-Term Memory</td> <td data-bbox="708 394 778 595">2</td> <td data-bbox="778 394 1007 595">Dense</td> </tr> <tr> <td data-bbox="347 595 422 752">C</td> <td data-bbox="422 595 708 752">Простой рекуррентный слой</td> <td data-bbox="708 595 778 752">3</td> <td data-bbox="778 595 1007 752">Conv1D</td> </tr> <tr> <td data-bbox="347 752 422 866">D</td> <td data-bbox="422 752 708 866">Одномерный сверточный слой</td> <td data-bbox="708 752 778 866">4</td> <td data-bbox="778 752 1007 866">LSTM</td> </tr> <tr> <td data-bbox="347 866 422 987">E</td> <td data-bbox="422 866 708 987">Двумерный сверточный слой</td> <td data-bbox="708 866 778 987">5</td> <td data-bbox="778 866 1007 987">SimpleRNN</td> </tr> </table> <p>Ключ: A-2, B-4, C-5, D-3, E-1</p>	A	Полносвязный слой	1	Conv2D	B	Рекуррентный слой типа Long Short-Term Memory	2	Dense	C	Простой рекуррентный слой	3	Conv1D	D	Одномерный сверточный слой	4	LSTM	E	Двумерный сверточный слой	5	SimpleRNN	ПК-6.У.1, ПК-6.В.1
A	Полносвязный слой	1	Conv2D																			
B	Рекуррентный слой типа Long Short-Term Memory	2	Dense																			
C	Простой рекуррентный слой	3	Conv1D																			
D	Одномерный сверточный слой	4	LSTM																			
E	Двумерный сверточный слой	5	SimpleRNN																			
4.	<p>Инструкция: Прочитайте задание и запишите соответствующую последовательность номеров ответов слева направо.</p> <p>Вопрос: Запишите виды метода градиентного спуска обучения моделей глубоких нейронных сетей в порядке увеличения размерности пакета, на котором вычисляется функция ошибки за одну эпоху:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мини-пакетный</li> <li>2. Стохастический</li> <li>3. Пакетный</li> </ol> <p>Ключ: 2-1-3</p>	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1, ПК-6.У.2																				
5.	<p>Сколько нейронов в выходном слое глубокой нейронной сети Вам понадобится, если нужно распознать на табличках одноразрядные целые десятичные номера домов (предполагается, что нулевых номеров домов не используется), какую функцию активации вы должны использовать в выходном слое, какая размерность сверточной нейронной сети должна быть?</p> <p>Ключ: Поскольку для нумерации домов используются одноразрядные целые десятичные числа, то всего возможно 9 вариантов нумерации. Поэтому мы должны классифицировать изображения на табличках номеров домов на 9 классов. Поскольку у нас случай 9-классовой, то есть случай многоклассовой классификации, то корректно использовать активационную функцию softmax и 9 нейронов в выходном полносвязном слое, каждый из которых будет соответствовать своему классу (1-9). При этом равным 1 будет выход только одного нейрона, соответствующего классу-победителю, остальные – равны 0. Для распознавания изображений, в данном случае на табличках номеров домов, правильно использовать двумерные сверточные нейронные</p>	ПК-6.3.1, ПК-6.3.2, ПК-6.У.1, ПК-6.У.2, ПК-6.В.1																				

	сети, поскольку изображения кодируются матрицами, то есть двумерными тензорами.	
--	---	--

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат



конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Раздел 1. Машинное/глубокое обучение как современная методология интеллектуального анализа данных.

Тема 1.1. Определение и задачи машинного/глубокого обучения. Типы систем машинного/глубокого обучения, виды обучения.

Тема 1.2. Данные в машинном обучении.

Тема 1.3. Основные метрики оценки моделей машинного/глубокого обучения.

Тема 1.4. Python для задач интеллектуального анализа и обработки данных на основе методологии машинного обучения. Среда разработки Anaconda, инструменты Spider и Jupyter Notebook. Основные пакеты разработки систем машинного обучения. Полный проект интеллектуального анализа данных на основе методологии машинного/глубокого обучения.

Раздел 2. Основы искусственных нейронных сетей.

Тема 2.1. Биологический нейрон, как элемент мозга. История искусственных нейронных сетей. Основные задачи, решаемые искусственными нейронными сетями. Примеры применения искусственных нейронных сетей.

Тема 2.2. Модель искусственного нейрона. Виды активационных функций. Основные компоненты и виды нейронных сетей.

Тема 2.3. Типы обучения нейронных сетей. Теорема Колмогорова.

Раздел 3. Глубокое обучение основные понятия и концепции

Тема 3.1. Глубокое обучение, определение и концепция. Глубокая нейронная сеть, принцип обучения и работы.

Тема 3.2. Представление данных для нейронных сетей: структурирование данных, тензоры как основная структура данных глубокого обучения, геометрическая интерпретация операций с тензорами и глубокого обучения.

Тема 3.3. Базовый алгоритм обучения нейронных сетей – алгоритм обратного распространения ошибки или градиентного спуска.

Тема 3.4. Фреймворк Keras – базовый инструмент разработки нейронных сетей глубокого обучения.

Тема 3.5. Полносвязные нейронные сети. Сравнение с моделью логистической регрессии. Пример решения задачи распознавания полносвязной сетью, реализованной на языке Python средствами Keras.

Тема 3.6. Проблемы исчезновения и взрывного роста градиентов. Методы решения: инициализация весовых коэффициентов, ненасыщаемые функции активации, пакетная нормализация.

Тема 3.7. Современные методы и алгоритмы обучения нейронных сетей: пакетное обучение, мини-пакетное обучение, стохастический градиентный спуск, моментная оптимизация, ускоренный градиент Нестерова, алгоритм AdaGrad, алгоритм RMSProp, алгоритм Adam.

Тема 3.8. Регуляризация нейросетевых моделей: раннее прекращение, динамическое изменение скорости обучения и применение обратных вызовов для воздействия на модель в ходе обучения;  $L_1$ ,  $L_2$  регуляризация; регуляризация исключением – dropout; регуляризация дополнением данных.

#### Раздел 4. Сверточные нейронные сети.

Тема 4.1. Сверточные 2-мерные нейронные сети: архитектура, основные операции и принципы работы сверточной сети. Примеры решения задач компьютерного зрения 2-мерными сверточными сетями.

Тема 4.2. Использование предварительно обученной сверточной нейронной сети и ее дообучение.

Тема 4.3. Сверточные 1-мерные нейронные сети: анализ последовательностей данных. Примеры решения задач регрессионного и классификационного анализа последовательностей данных.

#### Раздел 5. Рекуррентные нейронные сети (РНС).

Тема 5.1. Рекуррентные нейронные сети: архитектура и принципы работы, основные задачи машинного/глубокого обучения анализа последовательностей данных.

Тема 5.2. Простые РНС.

Тема 5.3. РНС типа Long Short-Term Memory – LSTM РНС.

Тема 5.4. РНС типа Gated Recurrent Units – GRU РНС.

Тема 5.5. Улучшенные методы использования рекуррентных нейронных сетей: рекуррентный dropout, последовательное объединение рекуррентных нейронных слоев, двунаправленные РНС.

Тема 5.6. Примеры программных реализаций и решения задач регрессионного и классификационного анализа последовательностей данных.

#### Раздел 6. Автокодировщики.

Тема 6.1. Архитектура автокодировщика и принципы работы, обучение.

Тема 6.2. Шумоподавляющие, сжимающие и вариационные автокодировщики. Примеры программных.

Тема 6.3. Предобучение и точная настройка нейронной сети. Ограниченные машины Больцмана, предобучение с применением ограниченных машин Больцмана.

Предобучение с использованием автокодировщиков.

#### Раздел 7. Нейросетевая обработка текстовых данных (Natural language processing – NLP).

Тема 7.1. Нейросетевая обработка текстовых данных (Natural language processing – NLP).

Различные виды представления текстовых данных для решения задач NLP (токенизация, слой TextVectorization, униграммы, биграммы, биграммы с TF-IDF кодированием, слой Embedding, предварительно обученные векторные представления текстовых данных Word2vec и GloVe). Трансформеры: архитектура и принципы работы. Пример решения задачи классификации текстовых данных. Пример решения задачи машинного перевода на основе нейронных сетей типа трансформер и обучения «Sequence-to-sequence».

#### Раздел 8. Генеративное глубокое обучение.

Тема 8.1. Генерирование текста с помощью глубоких РНС и трансформеров.

Тема 8.2. DeepDream как метод обработки изображений на основе использовании представлений, полученных сверточными нейронными сетями.

Тема 8.3. Нейронная передача стиля.

Тема 8.4. Генерирование изображений с вариационными автокодировщиками.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Не предусмотрено

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание на выполнение лабораторных работ включает формулировку задачи интеллектуального анализа данных, указание предметной области данных, для которой студент разрабатывает программно-информационную систему интеллектуального анализа данных на основе методологии машинного/глубокого обучения. В создаваемой программно-информационной системе студент разрабатывает соответствующую изучаемому разделу модель глубокого обучения и ее программную реализацию для решения поставленной задачи. Студент проводит анализ и оценку качества разработанного решения с помощью соответствующих метрик и методов.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о выполнении лабораторной работы должен быть представлен в электронном виде в файле, подготовленном в текстовом редакторе, в соответствии с правилами [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).

<http://lms.guap.ru/course/view.php?id=4306>

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

##### **Содержание отчета**

1. Титульный лист.
2. Индивидуальное задание по варианту.
3. Программа на Python, реализующая разработанную модель машинного обучения, и результаты выполнения индивидуального задания с комментариями.

4. Оценка и анализ качества разработанной модели МО с графиками, данными и другими иллюстрациями, и выводами.
5. В электронном виде должен быть приложен файл Jupyter Notebook с программой и результатами ее работы.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Таблица 20 – Примерная структура пояснительной записки к курсовому проекту

Раздел	Содержание
1. Описание предметной области	Постановка задачи, которая будет решаться на основе интеллектуального анализа данных и методов машинного/глубокого обучения
2. Выбор и описание данных для анализа	Формирование и описание обучающей, при необходимости валидационной и тестовой выборок данных. При необходимости предобработка, очистка или дополнение данных, подготовка для решаемой задачи анализа.
3. Модель машинного обучения для выполнения интеллектуального анализа и обработки данных	Выбор в соответствии с вариантом модели машинного/глубокого обучения и ее представление на формальном и описательном уровнях.
4. Определение параметров и гиперпараметров модели машинного обучения.	Выбор в соответствии с вариантом и типом модели значений параметров и гиперпараметров модели. Экспериментальное или аналитическое обоснование.
5. Выбор метрик и методов оценки разработанной модели машинного обучения	Выбор в соответствии с вариантом, типом модели и поставленной прикладной задачей метрик и методов оценки качества разработанной модели машинного/глубокого обучения
6. Процесс обучения и проверки	Обучение модели на построенной обучающей выборке. Проверка и тестирование модели на соответствующих выборках. Вывод соответствующих графиков или диаграмм метрик качества модели машинного/глубокого обучения.
7. Результат	Вывод значений метрик качества модели машинного обучения для обучающей, при необходимости валидационной и тестовой выборок в виде графиков, диаграмм, таблиц экспериментальных данных. Проведение и представление результатов сравнительного анализа для разных значений параметров и гиперпараметров модели Проведение и представление результатов сравнительного анализа разработанной модели с известными решениями машинного/глубокого обучения для поставленной задачи анализа. Выводы.

### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка к курсовому проекту оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 и ГОСТ 2.105-95.

Пояснительная записка к курсовому проекту должна быть представлена в электронном виде в файле, подготовленном в текстовом редакторе, в соответствии с правилами [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).

<http://lms.guap.ru/course/view.php?id=4306>

Методические указания по выполнению курсовой работы:

[электронный ресурс кафедры №43в локальной сети кафедры], путь

\\dcbm\Методическое обеспечение кафедры 43\ Информатика\ фак\_№3\2\_семестр\

Методичка по курсовой работе.pdf.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой