

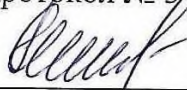
Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Антипова Наталья Викторовна
Должность: и.о. директора филиала
Дата подписания: 29.06.2026 18:18:29
Уникальный программный ключ:
fae5412acb1bf810dc69e6bc004ac45622b84b3a

Приложение 3
по направлению подготовки 09.03.02
«Информационные системы и технологии»
направленность (профиль) программы
«Системы и технологии искусственного интеллекта»

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»**

Улан-Баторский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова



Одобрено
На заседании Совета Улан-Баторского
филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова
Протокол № 3 от 23 октября 2025 г.
 Председатель совета
Н.В. Антипова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.12 Глубокое обучение

Направление подготовки 09.03.02	Информационные системы технологии
Направленность (профиль) программы	«Системы и технологии искусственного интеллекта»
Уровень высшего образования	<u>Бакалавриат</u>

Год начала подготовки 2026

Улан-Батор – 2025 г

Рабочая программа одобрена на заседании междисциплинарной кафедры Улан-Баторского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова

протокол № 3 от 23 октября 2025 г.

Содержание

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	4
Цель и задачи освоения дисциплины	4
Место дисциплины в структуре ОПОП ВО (основной профессиональной образовательной программы высшего образования)	4
Объем дисциплины и виды учебной работы	4
Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	6
II. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
Рекомендуемая литература	12
Перечень информационно-справочных систем	12
Перечень электронно-образовательных ресурсов	Ошибка! Закладка не определена.
Перечень профессиональных баз данных	12
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины	12
Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	13
Материально-техническое обеспечение дисциплины (разделов)	13
IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	13
V. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ	14
VI. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	14

І. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель и задачи освоения дисциплины

Целью учебной дисциплины «Глубокое обучение» является формирование у обучающихся знаний о методах глубокого обучения, современных архитектурах глубоких нейронных сетей и решаемых на их основе классах задач, а также формирование навыков решения прикладных задач при помощи глубоких нейронных сетей.

Задачи дисциплины «Глубокое обучение»:

1. Формирование понимания основных принципов работы глубоких нейронных сетей;
2. Получение целостного представления о современных архитектурах глубоких нейронных сетей;
3. Формирование аналитических навыков для грамотного выбора необходимой архитектуры глубокой нейронной сети для решения поставленной задачи;
4. Формирование представления о возможностях и основных сферах применения глубокого обучения;

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО (основной профессиональной образовательной программы высшего образования)

Дисциплина «Глубокое обучение» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Показатели объема дисциплины	Всего часов по формам обучения		
	очная	очно-заочная	заочная
Объем дисциплины в зачетных единицах	5 ЗЕТ		
Объем дисциплины в часах	180		
Промежуточная аттестация: Форма	Экзамен	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (Контакт. часы), всего:	50	-	-
1. Аудиторная работа (Ауд.), всего:	46	-	-
в том числе:	-	-	-
– лекции	18	-	-
– практические занятия	28	-	-
– лабораторные занятия	-	-	-
в том числе практическая подготовка	-	-	-
2. Индивидуальные консультации (ИК)	-	-	-
3. Контактная работа по промежуточной аттестации (Катт)	-	-	-
4. Консультации перед экзаменом (КЭ)	2	-	-
5. Контактная работа по промежуточной аттестации в период экз. сессии / сессии заочников (Каттэк)	2	-	-
Самостоятельная работа (СР), всего:	98	-	-
в том числе:	-	-	-
– самостоятельная работа в период экз. сессии (СРэк)	-	-	-

– самостоятельная работа в семестре (СРС)	-	-	-
в том числе, самостоятельная работа на курсовую работу	-	-	-
– изучение ЭОР	-	-	-
– изучение онлайн-курса или его части	-	-	-
– выполнение индивидуального или группового проекта	-	-	-

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Таблица 2

Формируемые компетенции (код и наименование компетенции)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование индикатора)	Результаты обучения (знания, умения)
ПК-1. Способен выявлять, формировать и согласовывать требования к результатам аналитических работ с применением технологий больших данных Обобщенная Трудовая функция Трудовая функция А/01.6 Стандарт " "Специалист по большим данным""	ПК-1.1. Выявляет требования заказчика к результатам анализа, определяет возможности применения анализа больших данных в предметной области и конкретных задачах заказчика	ПК-1.1. 3-1. Знает регламенты организации по оформлению требований к результатам аналитических исследований с использованием технологий больших данных ПК-1.1. 3-2. Знает современный опыт использования анализа больших данных ПК-1.1. 3-3. Знает основы бизнес-интеллекта, типы систем бизнес-интеллекта ПК-1.1. У-1. Умеет проводить сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа больших данных ПК-1.1. У-2. Умеет проводить анализ больших данных в соответствии с утвержденными требованиями к результатам аналитического исследования

	ПК-1.2. Согласовывает с заказчиком и утверждает требования к результатам аналитического исследования	ПК-1.2. 3-1. Знает предметную область анализа больших данных в соответствии с требованиями заказчика ПК-1.2. У-1. Умеет подготавливать документы, регламентирующие требования к результатам аналитического исследования с использованием технологий больших данных в соответствии с существующими регламентами организации
ПК-4. Способен проводить аналитическое исследование с применением технологий больших данных в соответствии с требованиями заказчика Обобщенная Трудовая функция Трудовая функция А/04.6 Стандарт " "Специалист по большим данным""	ПК-4.1. Осуществляет выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для проведения аналитических работ	ПК-4.1. 3-1. Знает статистические модели ПК-4.1. 3-2. Знает алгоритмы машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя, полууправляемое обучение, обучение с подкреплением ПК-4.1. 3-3. Знает семантический анализ: обработка естественного языка, sentiment-анализ, анализ текста ПК-4.1. 3-4. Знает нейронные сети: полносвязные, сверточные и рекуррентные нейронные сети, методы обучения нейронных сетей, нейросетевые методы понижения размерности ПК-4.1. 3-5. Знает анализ изображений, анализ сетей, анализ пространственных данных, анализ временных рядов ПК-4.1. У-1. Умеет проводить сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа больших данных ПК-4.1. У-2. Умеет программировать на языках высокого уровня, ориентированных на работу с

		большими данными: для статистической обработки данных и работы с графикой, для работы с разрозненными фрагментами данных в больших массивах, для работы с базами структурированных и неструктурированных данных ПК-4.1. У-3. Умеет решать задачи классификации, кластеризации, регрессии, прогнозирования, снижения размерности и ранжирования данных
--	--	--

II. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

этапы формирования и критерии оценивания сформированности компетенций

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Трудоемкость*, академические часы						Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения (знания, умения)	Учебные задания для аудиторных занятий	Текущий контроль	Задания для творческого рейтинга (по теме(-ам))/ разделу или по всему курсу в целом)	
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	Самостоятельная работа	Всего						
	Семестр 7												
1.	Тема 1. Введение в теорию глубокого обучения. Обучения представлениям. Отличия глубоких нейронных сетей от обычных искусственных нейронных сетей.	4	6			16	26	ПК-1.1., ПК-1.2., ПК-4.1.	ПК-1.1. 3-1, ПК-1.1. 3-2, ПК-1.1. 3-3, ПК-1.1. У-1, ПК-1.1. У-2., ПК-1.2. 3-1, ПК-1.2. У-1.,	Гр.д.	-	Р.	
2.	Тема 2. Современные архитектуры глубоких нейронных сетей. Методы обучения.	6	10			50	66	ПК-1.1., ПК-1.2., ПК-4.1.	ПК-1.1. 3-1, ПК-1.1. 3-2, ПК-1.1. 3-3, ПК-1.1. У-1, ПК-1.1. У-2., ПК-1.2. 3-1, ПК-1.2. У-1., ПК-4.1. 3-1., ПК-4.1. 3-2., ПК-4.1. 3-3., ПК-4.1. 3-4.	Гр.д.	р.а.з.	Р.	
3.	Тема 3. Основные сферы применения глубокого обучения, классификация решаемых задач.	4	6			16	26	ПК-1.1., ПК-1.2., ПК-4.1.	ПК-1.1. 3-1, ПК-1.1. 3-2, ПК-1.1. 3-3, ПК-1.1. У-1, ПК-1.1. У-2., ПК-1.2. 3-1, ПК-1.2. У-1., ПК-4.1. 3-1., ПК-4.1. 3-4., ПК-4.1. 3-5., ПК-4.1. У-1., ПК-4.1. У-2., ПК-4.1. У-3.	Гр.д.	К/р	Р.	

4.	Тема 4. Технологические требования к инфраструктуре организация для внедрения решений на основе глубокого обучения. Принципы разработки и выбора архитектуры глубокой нейронной сети.	4	6			16	26	ПК-1.1., ПК-1.2., ПК-4.1.	ПК-1.1. 3-1, ПК-1.1. 3-2, ПК-1.1. 3-3, ПК-1.1. У-1, ПК-1.1. У-2., ПК-1.2. 3-1, ПК-1.2. У-1., ПК-4.1. 3-1., ПК-4.1. 3-2., ПК-4.1. 3-3., ПК-4.1. 3-4. ПК-4.1. У-2., ПК-4.1. У-3.	Гр.д.	р.а.з.	Р.
	Итого	18	28			98	144					

Формы учебных заданий на аудиторных занятиях:

Групповая дискуссия (Гр.д.)

Формы текущего контроля:

Р.а.з., к./р.

Формы заданий для творческого рейтинга:

реферат (Р.)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Траск, Э. Грожаем глубокое обучение : практическое руководство / Э. Траск. - Санкт-Петербург : Питер, 2021. - 352 с. - (Серия «Библиотека программиста»). - ISBN 978-5-4461-1334-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1756111>
Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=378717>

Дополнительная литература:

1. Равичандиран, С. Глубокое обучение с подкреплением на Python. OpenAI Gym и TensorFlow для профи : практическое руководство / С. Равичандиран. - Санкт-Петербург: Питер, 2020. - 320 с. - (Серия «Библиотека программиста»). - ISBN 978-5-4461-1251-7. - Текст: электронный.
Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1756109>
2. Памперла, М. Глубокое обучение и игра в го : практическое пособие / М. Памперла, К. Фергюсон ; пер. с англ. М. А. Райтмана. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 372 с. - ISBN 978-5-97060-769-5.
Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1094964>

Нормативно-правовые документы:

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена Правительством Российской Федерации 28 июля 2017 г. № 1632-р.
2. Федеральная целевая программа РФ «Информационное общество» (2011-2020 годы) (с изменениями и дополнениями). Утверждена Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 313. Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/70644220/#ixzz5OQkDwXbC>.
3. Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» от 9 мая 2017 года №203.
4. Закон Российской Федерации от 27 июля 2006 года N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»
5. Закон Российской Федерации 27 июля 2006 года N 152-ФЗ «О персональных данных»

Перечень информационно-справочных систем

1. <http://www.consultant.ru> – система КонсультантПлюс
2. <http://www.garant.ru> – система Гарант

Перечень профессиональных баз данных

1. <http://www.gks.ru> – Росстат – государственная служба государственной статистики
2. <https://www.rea.ru/ru/org/managements/Pages/Situa-centr.aspx> - Ситуационный центр РЭУ им. Г.В. Плеханова
3. www.economy.gov.ru – Базы данных Министерства экономического развития и торговли России

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.cnews.ru/reviews/free/> - Обзоры CNews Analytics
2. www.emarketer.com Сайт emarketer источник исследования для понимания того, как digital преобразует маркетинг, медиа и коммерцию
3. <http://www.sap.com> – сайт производителя программного обеспечения для управления предприятием SAP
4. www.ecsocman.edu.ru - Федеральный образовательный портал Экономика Социология Менеджмент

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Операционная система Windows 10, Microsoft Office Professional Plus: 2019 год (MS Word, MS Excel, MS Power Point, MS Access)
2. Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита
3. Браузер Google Chrome
4. MS Project 2010 Standard
5. Project Expert
6. Python 3.7
7. Anaconda
8. Средства MS Office, Интернет

Материально-техническое обеспечение дисциплины (разделов)

Дисциплина «Глубокое обучение» обеспечена:

- для проведения занятий лекционного типа:

учебной аудиторией для проведения занятий лекционного типа, оборудованной мультимедийными средствами обучения для демонстрации лекций-презентаций, учебно-наглядными пособиями, набором демонстрационного оборудования;

- для проведения занятий семинарского типа (практические занятия):

учебной аудиторией, оборудованной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: служащими для представления учебной информации обучающимся;

- для самостоятельной работы:

помещением для самостоятельной работы, оснащенным компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Филиала.

**IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

- Методические рекомендации по организации и выполнению внеаудиторной самостоятельной работы.
- Методические указания по подготовке и оформлению рефератов.

V. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации формируют рейтинговую оценку работы обучающегося. Распределение баллов при формировании рейтинговой оценки работы обучающегося осуществляется в соответствии с «Положением о рейтинговой системе оценки успеваемости и качества знаний студентов в процессе освоения дисциплины «Глубокое обучение» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова».

Таблица 4

Виды работ	Максимальное количество баллов
Посещаемость	20
Текущий и рубежный контроль	20
Творческий рейтинг	20
Промежуточная аттестация (экзамен)	40
ИТОГО	100

В соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки успеваемости и качества знаний обучающихся «преподаватель кафедры, непосредственно ведущий занятия со студенческой группой, обязан проинформировать группу о распределении рейтинговых баллов по всем видам работ на первом занятии учебного модуля (семестра), количестве модулей по учебной дисциплине, сроках и формах контроля их освоения, форме промежуточной аттестации, снижении баллов за несвоевременное выполнение выданных заданий. Обучающиеся в течение учебного модуля (семестра) получают информацию о текущем количестве набранных по дисциплине баллов через личный кабинет студента».

VI. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства по дисциплине разработаны в соответствии с Положением о фонде оценочных средств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова».

Тематика курсовых работ

Курсовая работа по дисциплине «Глубокое обучение» не предусмотрена.

Типовой перечень вопросов к экзамену

1. Что такое глубокое обучение (deep learning)?
2. Истоки возникновения (связь с биологией).

3. Примеры задач, которые решаются с использованием глубокого обучения:
4. Задачи компьютерного зрения (computer vision): классификация изображений с большим числом категорий, детектирование объектов, семантическая сегментация изображений.
5. Задачи распознавания естественного языка: машинный перевод, генерация текстов естественного языка, грамматический разбор слов.
6. Другие примеры задач (генерация описания модели, задачи планирования).
7. Классификация моделей по способу обучения.
8. Обучение с учителем (supervised learning): многослойные полностью связанные сети, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети.
9. Обучение без учителя (unsupervised learning): автокодировщик, ограниченная машина Больцмана (Restricted Boltzmann Machine, RBM), глубокая машина Больцмана
10. Многослойный перцептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP).
11. Общая структура модели MLP.
12. Слои, функции активации и функции ошибки MLP.
13. Оптимизационная постановка задачи обучения многослойной нейронной сети.
14. Метод обратного распространения ошибки (Back Propagation, BP).
15. Стохастический градиентный спуск (Stochastic Gradient Descent, SGD). Настраиваемые параметры метода.
16. Пример влияния параметров метода на скорость сходимости и результаты работы сети
17. Структура сети, соответствующая логистической регрессии.
18. Задача распознавания рукописных цифр.
19. Библиотека Caffe (C/C++, Python). Пример разработки сети, обучения и тестирования сети.
20. Библиотека Torch (Lua).
21. Библиотека TensorFlow (Python).
22. Структура модели сверточной нейронной сети.
23. Возможные слои сверточной нейронной сети (свертка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization и другие).
24. Функции активации сверточной нейронной сети (сигмоидальные, ReLU).
25. Функции ошибки сверточной нейронной сети.
26. Оптимизационная постановка задачи обучения сверточной нейронной сети.
27. Метод обратного распространения ошибки для сверточных нейронных сетей.
28. Пример простейшей сверточной нейронной сети: Структура сети; Влияния параметров метода обучения.
29. Определение числа обучаемых параметров. Оценка объема памяти, необходимой для хранения сети.
30. Принципы построения и оптимизации сверточных сетей
31. Классификация методов визуализации признаков.
32. Открытые библиотеки для визуализации. Визуализация фильтров и выходов слоев в библиотеке Caffe и Torch
33. Общая структура модели рекуррентной нейронной сети.
34. Полностью рекуррентная нейронная сеть
35. Проблемы обучения рекуррентных сетей. Развертывание рекуррентной сети во времени и адаптация метода обратного распространения ошибки.
36. Примеры простейших сетей: сеть Эльмана, сеть Хопфилда. е.Пример использования рекуррентных нейронных сетей к задаче распознавания цифр.
37. Двухнаправленные рекуррентные нейронные сети.
38. Глубокие двухнаправленные рекуррентные нейронные сети. h.Рекурсивные нейронные сети.
39. Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью
40. Автокодировщик и стек автокодировщиков. Применение метода обратного распространения ошибки для обучения сети.

41. Разверточные нейронные сети. Ограниченная машина Больцмана. Глубокая машина Больцмана (Deep Boltzmann machine, DBM). Пример применения для начальной настройки параметров модели. Глубокая доверительная сеть
42. Перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей.

Типовые расчетно-аналитические задачи:

Задача №1: Реализация метода обратного распространения ошибки для трехслойного персептрона

Задача №2: Разработка полностью связанной нейронной сети с использованием одной из библиотек глубокого обучения для решения некоторой заданной задачи. Проведение экспериментов с разным количеством скрытых слоев и числом скрытых элементов на каждом слое. Сбор результатов качества работы

Примеры тем групповых дискуссий:

1. Введение в глубокое обучение (deep learning): что такое глубокое обучение (deep learning); истоки возникновения (связь с биологией); задачи, которые решаются с использованием глубокого обучения.
2. Многослойные полностью связанные сети (Fully-Connected Neural Networks, FCNN). Многослойный персептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP).
3. Открытые библиотеки глубокого обучения. Принцип разработки сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр.
4. Сверточные нейронные сети: структура модели; возможные слои (свертка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization и другие), принципы задачи
5. Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN) и их развитие: Двухнаправленные рекуррентные нейронные сети; Глубокие двухнаправленные рекуррентные нейронные сети; Рекурсивные нейронные сети; Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью.

Примеры типовых заданий для контрольной работы:

Разработка сверточной нейронной сети для решения задачи распознавания заданных объектов (в зависимости от полученного варианта задания). Проведение экспериментов с разными конфигурациями сверточных нейронных сетей. Оценка точности работы нейронной сети.

Тематика рефератов

1. Проблема переобучения при решении задачи восстановления регрессии.
2. Методы борьбы с переобучением: сокращение числа параметров, регуляризация (ридж-регрессия), метод лассо. Трудоемкость методов.
3. Метод ближайших соседей для решения задачи классификации. Теорема об оценке риска в методе ближайшего соседа.
4. Наивный байесовский классификатор.
5. Линейный дискриминантный анализ.
6. Квадратичный дискриминантный анализ.
7. Логистическая регрессия.
8. Нейронные сети. Персептрон Розенблатта. Алгоритм обучения персептрона как метод стохастического градиентного спуска.
9. Нейронные сети для решения задач классификации и восстановления регрессии. Обучение сети. Регуляризация как метод борьбы с переобучением.
10. Понятие о глубоких нейронных сетях.
11. Машина опорных векторов. Ядра и спрямляющие пространства.
12. Деревья решений. Метод CART (classification and regression trees) для решения задач классификации и восстановления регрессии.
13. Отсечения ветвей и выбор финального дерева. Методы обработки пропущенных значений.
14. Ансамбли решающих правил (классификаторов). Простое и взвешенное голосование.
15. Бустинг. Алгоритм AdaBoost. Оценка ошибки предсказания.
16. Бустинг и аддитивные модели. Градиентный бустинг. Алгоритм градиентного бустинга деревьев решений (MART).
17. Баггинг. Алгоритм случайных деревьев (случайный лес.).
18. Обучение без учителя. Кластеризация. Кластеризация методами теории графов.
19. Метод центров тяжести. Метод медиан.
20. Метод нечетких множеств. ЕМ-алгоритм.
21. Введение в глубокое обучение (deep learning): что такое глубокое обучение (deep learning); истоки возникновения (связь с биологией); задачи, которые решаются с использованием глубокого обучения.
22. Многослойные полностью связанные сети (Fully-Connected Neural Networks, FCNN). Многослойный персептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP).
23. Открытые библиотеки глубокого обучения. Принцип разработки сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр.
24. Сверточные нейронные сети: структура модели; возможные слои (свертка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization и другие), принципы задачи
25. Визуализация фильтров/выходов на промежуточных слоях сети: классификация методов визуализации признаков; открытые библиотеки визуализации; визуализация в библиотеках Caffe, Torch.
26. Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN) и их развитие: Двухнаправленные рекуррентные нейронные сети; Глубокие двухнаправленные рекуррентные нейронные сети; Рекурсивные нейронные сети; Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью.
27. Перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей

Типовая структура зачетного билета

	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Максимальное количество баллов</i>
1.	Структура модели сверточной нейронной сети.	20
2.	Обучение без учителя (unsupervised learning): автокодировщик, ограниченная машина Больцмана (Restricted Boltzmann Machine, RBM), глубокая машина Больцмана	20

**Показатели и критерии оценивания планируемых результатов освоения компетенций и результатов обучения,
шкала оценивания**

Таблица 5

Шкала оценивания		Формируемые компетенции	Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
85 – 100 баллов	«отлично»	ПК-1, ПК-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1.	Знает верно и в полном объеме: регламенты организации по оформлению требований к результатам аналитических исследований с использованием технологий больших данных; современный опыт использования анализа больших данных; основы бизнес-интеллекта, типы систем бизнес-интеллекта; предметную область анализа больших данных в соответствии с требованиями заказчика; статистические модели; алгоритмы машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя, полууправляемое обучение, обучение с подкреплением; семантический анализ: обработка естественного языка, sentimentный анализ, анализ текста; нейронные сети: полносвязные, сверточные и рекуррентные нейронные сети, методы обучения; нейронных сетей, нейросетевые методы понижения размерности; анализ изображений, анализ сетей, анализ пространственных данных, анализ временных рядов. Умеет верно и в полном объеме: проводить сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа больших данных; программировать на языках высокого уровня, ориентированных на работу с большими данными: для статистической обработки данных и работы с графикой, для работы с разрозненными фрагментами данных в больших массивах, для работы с базами структурированных и неструктурированных данных; решать задачи классификации, кластеризации, регрессии, прогнозирования, снижения размерности и ранжирования данных; проводить сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа больших данных; проводить анализ больших данных в соответствии с утвержденными требованиями к результатам аналитического исследования; подготавливать документы, регламентирующие требования к результатам аналитического исследования с использованием технологий больших данных в соответствии с существующими регламентами организации.	Продвинутый

70 – 84 баллов	«хорошо»	ПК-1, ПК-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Знает верно и в полном объеме: регламенты организации по оформлению требований к результатам аналитических исследований с использованием технологий больших данных; современный опыт использования анализа больших данных; основы бизнес-интеллекта, типы систем бизнес-интеллекта; предметную область анализа больших данных в соответствии с требованиями заказчика; статистические модели; алгоритмы машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя, полууправляемое обучение, обучение с подкреплением; Умеет верно и в полном объеме: проводить сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа больших данных; программировать на языках высокого уровня, ориентированных на работу с большими данными: для статистической обработки данных и работы с графикой, для работы с разрозненными фрагментами данных в больших массивах, для работы с базами структурированных и неструктурированных данных; решать задачи классификации, кластеризации, регрессии, прогнозирования, снижения размерности и ранжирования данных; проводить сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа больших данных; проводить анализ больших данных в соответствии с утвержденными требованиями к результатам аналитического исследования;	Повышенный
50 – 69 баллов	«удовлетворительно»	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2	Знает верно и в полном объеме: регламенты организации по оформлению требований к результатам аналитических исследований с использованием технологий больших данных; современный опыт использования анализа больших данных; основы бизнес-интеллекта, типы систем бизнес-интеллекта; предметную область анализа больших данных в соответствии с требованиями заказчика; статистические модели; Умеет верно и в полном объеме: проводить сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа больших данных; программировать на языках высокого уровня, ориентированных на работу с большими данными: для статистической обработки данных и работы с графикой, для работы с разрозненными фрагментами данных в больших массивах, для работы с базами структурированных и неструктурированных данных; решать задачи классификации, кластеризации, регрессии, прогнозирования, снижения размерности и ранжирования данных.	Базовый

менее 50 баллов	«неудовлетворительно»	ПК-1, ПК-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Не знает на базовом уровне: регламенты организации по оформлению требований к результатам аналитических исследований с использованием технологий больших данных; современный опыт использования анализа больших данных; основы бизнес-интеллекта, типы систем бизнес-интеллекта; предметную область анализа больших данных в соответствии с требованиями заказчика; статистические модели. Не умеет на базовом уровне: проводить сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа больших данных; программировать на языках высокого уровня, ориентированных на работу с большими данными: для статистической обработки данных и работы с графикой, для работы с разрозненными фрагментами данных в больших массивах, для работы с базами структурированных и неструктурированных данных; решать задачи классификации, кластеризации, регрессии, прогнозирования, снижения размерности и ранжирования данных.	Компетенции не сформированы
-----------------------	-----------------------	------------	------------------------	--	-----------------------------------

