

**Федеральное государственное образовательное
бюджетное учреждение высшего образования
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

Департамент бизнес-информатики
Факультета информационных технологий и анализа больших данных

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной
и методической работе
_____ Е.А. Каменева

21.04. 2023 г.

П.А. Сахнюк

Нейронные сети и технологии и глубокое обучение

Рабочая программа дисциплины
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
38.03.05 - Бизнес-информатика
ОП «Цифровая трансформация управления бизнесом»

*Рекомендовано Ученым советом Факультета информационных
технологий и анализа больших данных
(протокол № 31 от 18.04.2023 г.)*

*Одобрено Советом учебно-научного Департамента бизнес-информатики
(протокол № 7 от 28.03.2023 г.)*

Москва 2023

Содержание

1. Наименование дисциплины.....	3
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами обучения по дисциплине.....	3
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
4. Объем дисциплины в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся.....	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий.....	6
5.1. Содержание дисциплины.....	6
5.2. Учебно-тематический план.....	7
5.3. Содержание семинаров, практических занятий.....	7
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	8
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы.....	8
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю.....	9
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	9
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	14
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	15
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	17
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем.....	16
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	17

1. Наименование дисциплины

«Нейронные сети и технологии и глубокое обучение».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами обучения по дисциплине

В результате изучения дисциплины у студентов должны быть сформированы следующие компетенции:

Таблица 1

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПКН-3	Способность применять аналитические системы и консультировать по вопросам разработки и развития аналитических систем работы с данными	1. Применяет аналитические системы работы с данными.	Знать: современные приемы использования аналитических систем для работы с данными Уметь: использования современные аналитические системы для работы с данными
		2. Проводит анализ рынка аналитических систем работы с данными.	Знать: теоретические основы анализа рынка аналитических систем работы с данными Уметь: анализировать рынок аналитических систем для работы с данными
		3. Консультирует по вопросам применения аналитических систем работы с данными.	Знать: специфические особенности функционала аналитических систем работы с данными Уметь: настраивает аналитические системы в соответствии с требованиями бизнес-заказчика
ПКП-3 <i>Профиль «ИТ-менеджмент в бизнесе»</i>	Способность предлагать различные варианты инфраструктурных решений для поддержки ИТ/ИС	1. Анализирует текущий уровень инфраструктурных решений предприятия/организации	Знать: Современное состояние ИТ инфраструктурные организации Уметь: анализировать текущий уровень инфраструктурных решений организации
		2. Формирует и обосновывает варианты технологического слоя	Знать: эффективные методы создания и анализа

		архитектуры предприятия/организации	технологического слоя архитектуры предприятия Уметь: создавать, формировать и модернизировать, обосновывать варианты технологического слоя архитектуры предприятия
ПКП-3 <i>Профиль «Технологии цифровых бизнес-моделей»</i>	Способность управлять процессами цифровой трансформации и бизнеса	1.Проектирует оптимальную модель управления процессом цифровой трансформации, опираясь на результаты анализа готовности компании к цифровым преобразованиям	Знать: эффективный набор управленческих инструментов и подходов на базе лучших мировых практик цифровой трансформации Уметь: применять технологический подход к цифровой трансформации, как совокупность технологий, внедрение и реализация которых обеспечивают компании переход в новое цифровое пространство
		2.Определяет цели и ожидаемые результаты трансформации бизнеса, необходимые ресурсы для ее реализации и методы управления ключевыми рисками.	Знать: цели и ожидаемые результаты трансформации бизнеса, основные методы управления рисками, методы управления ключевыми рисками Уметь: определять необходимые ресурсы для реализации цифровой трансформации бизнеса, использовать возможности для совершенствования и снижения рисков

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейронные сети и технологии и глубокое обучение» относится к циклу профиля (элективный) части, формируемой участниками образовательных отношений по направлению подготовки 38.03.05 - Бизнес-информатика ОП «Цифровая трансформация управления бизнесом».

4. Объем дисциплины в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

ИТ-менеджмент в бизнесе /Технологии цифровых бизнес-моделей

Таблица 2

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/ед. и часах)	Семестр 7 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3 ЗЕ./108 ч.	108
<i>Контактная работа - Аудиторные занятия</i>	30/44	30/44
<i>Лекции</i>	14/14	14/14
<i>Семинары, практические занятия</i>	16/30	16/30
<i>Самостоятельная работа</i>	78/64	78/64
Вид текущего контроля	контрольная работа/ контрольная работа	контрольная работа/ контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	зачет/зачет	зачет/зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в Deep Learning

Введение в искусственные нейронные сети: биологический нейрон, модель Мак-Каллока-Питтса как линейный классификатор, функции активации, задача исключаящего или, теорема Колмогорова, алгоритм обратного распространения ошибок, эвристики для формирования начального приближения.

Классификация изображений. Свёрточные сети (CNN). Архитектуры нейросетей. Современные архитектуры свёрточных сетей. Предотвращение переобучения. Transfer learning. Детекция и сегментация изображений. Generative Adversarial Networks (GANs).

Классификация текстов: Архитектуры в дотрансформерскую эру: CNN и RNN (LSTMs). Введение в NLP, идея эмбедингов: w2v. Seq2seq модели. Механизмы внимания. Автопереводчики. Архитектура Transformer: Encoder-decoder, появление attention. Generative pre-trained transformer.

Тема 2. Платформы и фреймворки глубокого обучения

Решение задач Data Mining с помощью нейростевых методов. Основные платформы и фреймворки глубокого обучения: TensorFlow, Keras, Hugging Face, fast.ai. Автоматизация задач Data Science за счет AutoML, AutoKeras, Autogluon. Критерии выбора фреймворка для глубокого обучения. Решение задач машинного обучения на неструктурированных и структурированных данных.

Применение платформы MindsDB для решения задач классического и глубокого машинного обучения на SQL, используя Large Language Models фреймворков Hugging Face, OpenAI, Lightwood, Ludwig, AutoKeras, AutoSklern. Создание интерактивных приложений с Gradio, интеграция с фреймворками машинного и глубокого обучения.

5.2. Учебно-тематический план

ИТ-менеджмент в бизнесе /Цифровые технологии бизнес моделей

Таблица 3

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Трудоемкость в часах 2021, 2022 гг. набора, очная форма обучения					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа- Аудиторная работа			Самосто- ятельная работа	
			Общая	Лекции	Практ. и семинарские занятия		
1.	Тема 1. Введение в Deep Learning	56/54	18/24	10/10	8/14	38/30	Выполнение индивидуальных заданий
2.	Тема 2. Платформы и фреймворки глубокого обучения	52/54	12/20	4/4	8/16	40/34	Выполнение индивидуальных заданий
	В целом по дисциплине	108/108	30/44	14/14	16/30	78/64	Контрольная работа
Итого:			28/41	47/32	53/68	72/59	

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Таблица 4

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Тема 1. Введение в Deep Learning	1. Введение в глубокое обучение 2. Обучение классификатора цифр 3. Классификация моделей одежды в Keras 4. Базовая классификация текстов с TensorFlow 5. Классификация текстов с TensorFlow Hub 6. Настройка гиперпараметров в тюнер Keras 7. Классификация текстов с Keras: классификацию с использованием активного обучения, классификация текста с использованием FNet, классификация текста с Transformer, классификация текста с использованием лесов решений и предварительно обученных вложений, использование предварительно обученных вложений слов двунаправленный LSTM на IMDB 8. Autokeras: классификация изображений, регрессия изображения, текстовая классификация, текстовая регрессия, классификация структурированных данных, регрессия структурированных	Выполнение и защита практических заданий

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
	данных, анализ временных рядов, мультимодальность и многозадачность Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1,2,3	
Тема 2. Платформы и фреймворки глубокого обучения	1. Классификация изображений с TensorFlow 2. Трансферное обучение и тонкая настройка 3. Трансферное обучение с помощью TensorFlow Hub 4. Классификация изображений с Keras: классификация изображений с нуля, простая сеть MNIST, классификация изображений посредством точной настройки с помощью EfficientNet, классификация изображений с помощью Vision Transformer 5. Решение задач NLP и Computer Vision с использованием библиотеки Hugging Face 6. Решение задач NLP и Computer Vision с использованием библиотеки AutoGluon 7. Применение платформы MindsDB для решения задач классического и глубокого машинного обучения на SQL 8. Создание интерактивных приложений с Gradio Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1,2,3	Выполнение и защита практических заданий

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Таблица 5

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Тема 1. Введение в Deep Learning	Применение нейронных сетей для решения задач Data Mining на табличных (структурированных) данных.	Изучение методических материалов по теме в электронном виде и рекомендуемых разделов основной и

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
		дополнительной литературы, интернет – источников. Подготовка к семинарам
Тема 2. Платформы и фреймворки глубокого обучения	Фреймворки глубокого обучения: PyTorch, Lightning, Caffe2, Chainer, Microsoft Cognitive Toolkit, MxNet, PaddlePaddle	Изучение методических материалов по теме в электронном виде и рекомендуемых разделов основной и дополнительной литературы, интернет – источников. Подготовка к семинарам

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерные темы для контрольной работы:

1. В платформе Colab Laboratory выполнить классификацию рукописных цифр с помощью нейронных сетей:
 - Обучите линейную модель и нейронную сеть для классификации рукописных цифр из классического набора данных [MNIST](#). Повысьте точность линейной модели путем экспериментирования с гиперпараметрами размера пакета, скорости обучения и числа шагов (batch size, learning rate, steps).
 - Сравните производительность моделей классификации линейных и нейронных сетей. Найдите комбинацию параметров нейронной сети, которая дает точность распознавания 0,95.
 - Визуализировать вес скрытого слоя нейронной сети
2. Используйте LinearRegressor во фреймворке TensorFlow, предскажите среднюю цену на жилье в Калифорнии.
 - Оцените точность прогнозов модели, используя среднеквадратическую ошибку (RMSE)
 - Повысьте точность модели, настроив ее гиперпараметры.

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях департамента бизнес-информатики.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций представлен в разделе 2, который характеризует перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний

Таблица 6

Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
ПКН-3 Способность применять аналитические системы и консультировать по вопросам разработки и развития аналитических систем работы с данными	1. Применяет аналитические системы работы с данными.	Знать: современные приемы использования аналитических систем для работы с данными Уметь: использования современные аналитические системы для работы с данными	Задание 1 Используя фреймворк TensorFlow (Keras, AutoKeras) создайте и обучите базовую модель RNN для классификации слов, выполнив предварительную обработку данных для моделирования НЛП. Задание 2 Используя платформу Hugging Face обучите сверточную нейронную сеть для классификации изображений с использованием трансферного обучения.
	2. Проводит анализ рынка аналитических систем работы с данными.	Знать: теоретические основы анализа рынка аналитических систем работы с данными Уметь: анализировать рынок аналитических систем для работы с данными	Задание 1 В репозитории TensorFlow Hub (содержащий предварительно обученные нейронные сети для решения многих видов задач, в основном в области компьютерного зрения и обработки естественного языка) найдите модули для обработки текста для различных языков (английский, японский, немецкий, испанский, русский), word2vec, обученный на Википедии, NNLM эмбединг, обучите модель для классификации отзывов о фильмах на положительные и отрицательные, на небольшом наборе данных. Задание 2 В репозитории TensorFlow найдите и загрузите модель для классификации токсичности, предобученную на наборе данных комментариев граждан, проведите

			предсказание на данных организации.
	3. Консультирует по вопросам применения аналитических систем работы с данными.	Знать: специфические особенности функционала аналитических систем работы с данными Уметь: настраивает аналитические системы в соответствие с требованиями бизнес-заказчика	Задание 1 Используя библиотеку KerasNLP, решите задачу анализа тональности текста, с предварительно обученным классификатором, выполните тонкую настройку индивидуальной модели. Задание 2 Используя нейросетевую модель LSTM, проведите анализ временных рядов KPI деятельности организации, проведите прогнозирование на несколько периодов.
ПКП-3 Способность предлагать различные варианты инфраструктурных решений для поддержки ИТ/ИС <i>Профиль «ИТ-менеджмент в бизнесе»</i>	1. Анализирует текущий уровень инфраструктурных решений предприятия/организации	Знать: Современное состояние ИТ инфраструктурные организации Уметь: анализировать текущий уровень инфраструктурных решений организации	Задание 1 Используя платформу Hugging Face и модель sequence-to-sequence библиотеки Transformers выполните обобщение (summarization) текста - создания более короткой версии документа с сохранением важной информации. Задание 2 Используя предварительно обученные модели NLI в качестве готовых классификаторов нулевой последовательности (Zero-Shot) платформы Hugging Face, выполните классификацию отзывов на положительные или отрицательные без обучения положительным или отрицательным меткам.
	2. Формирует и обосновывает варианты технологического слоя архитектуры предприятия/организации	Знать: эффективные методы создания и анализа технологического слоя архитектуры предприятия Уметь: создавать, формировать и модернизировать, обосновывать варианты технологического слоя архитектуры предприятия	Задание 1 Выполните прогнозирование временных рядов с использованием фреймворка TensorFlow, используя сверточные и рекуррентные нейронные сети (CNN и RNN). Сравните и оцените полученные результаты. Задание 2 В репозитории TensorFlow Hub (содержащий предварительно обученные нейронные сети для решения многих видов задач, в основном в области компьютерного зрения и обработки естественного

			языка) найдете модули для классификации изображений. Используя технологии tf2_image_retraining, обучите модель в условиях ограниченного набора данных и времени для вычислений.
<p>ПКП-3</p> <p>Способность управлять процессами цифровой трансформации бизнеса</p> <p><i>Профиль «Технологии цифровых бизнес-моделей»</i></p>	<p>1.Проектирует оптимальную модель управления процессом цифровой трансформации, опираясь на результаты анализа готовности компании к цифровым преобразованиям.</p>	<p>Знать: эффективный набор управленческих инструментов и подходов на базе лучших мировых практик цифровой трансформации</p> <p>Уметь: применять технологический подход к цифровой трансформации, как совокупность технологий, внедрение и реализация которых обеспечивают компании переход в новое цифровое пространство</p>	<p>Задание 1</p> <p>Обучение и оценка производительности модели классификации текстов на примере набора данных IMDB:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Загрузите набор данных IMDB (доступен в библиотеке Keras) - Разделите данные на обучающую и тестовую выборки - Подготовьте данные для обучения (предобработка текста, токенизация) - Используйте библиотеку Hugging Face для загрузки предобученной модели (например, BERT или RoBERTa) <p>Настраивайте параметры обучения и оцените производительность модели на тестовой выборке.</p> <p>Задание 2</p> <p>Создание генеративной модели текста на примере набора данных Shakespeare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - загрузите набор данных Shakespeare (доступен в библиотеке TensorFlow) - подготовьте данные для обучения (токенизация, создание последовательностей) - создайте модель с использованием библиотеки Hugging Face (например, GPT-2 или T5) - обучите модель на наборе данных Shakespeare - сгенерируйте новые тексты с помощью обученной модели и оцените их качество.
	<p>2.Определяет цели и ожидаемые результаты трансформации бизнеса, необходимые ресурсы для ее реализации и методы управления ключевыми рисками.</p>	<p>Знать: цели и ожидаемые результаты трансформации бизнеса, основные методы управления рисками, методы управления ключевыми рисками</p> <p>Уметь: определять необходимые ресурсы для реализации цифровой трансформации бизнеса, использовать</p>	<p>Задание 1</p> <p>Обучение модели определения тональности текста:</p> <p>На основе выбранного датасета создайте и обучите нейростевую модель, которая будет определять тональность текстовых сообщений (например, позитивный или негативный), оцените производительность модели на тестовой выборке, проанализируйте результаты.</p> <p>Задание 2</p>

		возможности для совершенствования и снижения рисков	<p>Обучение модели распознавания изображений на примере набора данных CIFAR-10:</p> <ul style="list-style-type: none"> - загрузите набор данных CIFAR-10 (доступен в библиотеке TensorFlow) - разделите данные на обучающую и тестовую выборки - создайте модель с использованием библиотеки Hugging Face (например, ResNet или EfficientNet) - обучите модель на обучающей выборке с помощью метода обратного распространения ошибки - оцените производительность модели на тестовой выборке и проанализируйте результаты.
--	--	---	--

Примерные вопросы к зачету:

1. Охарактеризуйте области применения искусственных нейронных сетей.
2. Охарактеризуйте биологический нейрон, структуру и свойства искусственного нейрона.
3. Охарактеризуйте разновидности искусственных нейронов.
4. Охарактеризуйте постановку задачи обучения по прецедентам. Параметры и гиперпараметры. Недообучение и переобучение.
5. Назовите и охарактеризуйте виды активационных функций.
6. Охарактеризуйте классификацию искусственных нейронных сетей и их свойства.
7. Охарактеризуйте принципы работы многослойного персептрона.
8. Охарактеризуйте значение теорема Колмогорова-Арнольда, и следствия из неё.
9. Охарактеризуйте постановку и возможные пути решения задачи обучения искусственных нейронных сетей.
10. Охарактеризуйте обучение с учителем, алгоритм обратного распространения ошибки.
11. Охарактеризуйте обучение без учителя.
12. Охарактеризуйте нейронные сети радиальных базисных функций.
13. Охарактеризуйте вероятностную нейронную сеть.
14. Охарактеризуйте обобщенно-регрессионную нейронную сеть.
15. Охарактеризуйте нейронную сеть Кохонена.
16. Охарактеризуйте нейронные сети встречного распространения.
17. Охарактеризуйте нейронные сети Хопфилда.
18. Охарактеризуйте нейронные сети Хэмминга.
19. Охарактеризуйте двунаправленная ассоциативная память.
20. Охарактеризуйте каскадные искусственные нейронные сети.
21. Охарактеризуйте сети адаптивной резонансной теории.

22. Охарактеризуйте когнитрон и неокогнитрон.
23. Рекуррентные нейронные сети.
24. Охарактеризуйте нейронные сети GRU, LSTM.
25. Охарактеризуйте двусторонние рекуррентные нейронные сети.
26. Охарактеризуйте автоэнкодеры, вариационные автоэнкодеры.
27. Охарактеризуйте генеративно-сопоставительные модели.
28. Охарактеризуйте архитектуру seq2seq.
29. Охарактеризуйте обучение с подкреплением.
30. Охарактеризуйте архитектуру w2v.
31. Охарактеризуйте механизмы внимания.
32. Охарактеризуйте архитектуру Transformer.

Примерные практические задания к зачету:

1. В среде Colab Laboratory решить задачу двоичной классификации с выбранным на <https://www.kaggle.com/datasets> кейсом (например, [набором данных по жилью в Калифорнии](#)), применяя глубокое и классическое машинное обучение. Учитывая признаки (features), описывающие городской квартал, постройте прогноз (например, является ли городской квартал дорогим), сравните полученные результаты, оцените важность признаков.
2. В среде Colab Laboratory повысить производительность нейронной сети путем нормализации функций и применения различных алгоритмов оптимизации:
 - нормализуйте входные данные в масштабе -1, 1. Проведите обучение и оценку нейронной сети на новых нормализованных данных.
 - используйте оптимизаторы Adagrad и Adam и сравните производительность.
3. В среде Colab Laboratory решить задачу классификации текста с выбранным на <https://www.kaggle.com/datasets?tags=13204-NLP> кейсом, оценить

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений

Приказ от 23.03.2017 №0557/о «Об утверждении Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры в Финансовом университете».

8. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Нормативно-правовые акты:

1. Федеральный Закон Российской Федерации «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» № 149-ФЗ от 13.07.2015 г.
2. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 N 16).
3. Государственная программа Российской Федерации "Информационное общество (2011-2020 годы)" (в ред. Постановления Правительства РФ от 18.05.2011 N 399).

а) основная:

1. Жуков, Р. А. Язык программирования Python: практикум : учебное пособие / Р. А. Жуков. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 216 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ЭБС ZNANIUM.com. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1689648> (дата обращения: 17.05.2023). - Текст : электронный.
2. Макшанов, А. В. Большие данные. Big Data : учебник для вузов / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев, Л. Н. Тындыкарь. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 188 с. - ЭБС Лань. — URL: <https://e.lanbook.com/book/198599> (дата обращения: 17.05.2023). — Текст : электронный.

б) дополнительная:

1. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения: Практическое пособие / С. Рашка; пер.с англ. А. В. Логунова. – Москва : ДМК Пресс, 2017. - 418 с. – ЭБС ZNANIUM.com. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=1027758> (дата обращения: 17.05.2023). - Текст : электронный.
2. Воронина, В. В. Теория и практика машинного обучения : учебное пособие / В. В. Воронина. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 290 с. — ЭБС Лань. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165053> (дата обращения: 17.05.2023). — Текст : электронный.
3. Дадян, Э. Г. Данные: хранение и обработка: учебник по направлениям подготовки бакалавриата / Э. Г. Дадян; Финуниверситет. – Москва : Инфра-М, 2021. - 205 с. - Текст : непосредственный. - То же. - ЭБС ZNANIUM.com. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1149101> (дата обращения: 17.05.2023). - Текст : электронный.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>
2. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znaniy.com>
5. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система издательства Проспект <http://ebs.prospekt.org/books>
7. Электронно-библиотечная система издательства Лань <https://e.lanbook.com/>
8. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
9. Электронная библиотека Издательского дома «Гребенников» <https://grebennikon.ru/>
10. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
11. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
12. <https://cloud.google.com/bigquery/docs/sandbox> – страница BigQuery sandbox.
13. <https://www.anaconda.com/> – страница загрузки Anaconda.
14. <https://cloud.yandex.ru/services/datalens> – сервис визуализации и анализа данных Яндекс.
15. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
16. <https://cloud.yandex.ru/training/corpplatform> – практический курс «Построение корпоративной аналитической платформы»
17. <https://practicum.yandex.ru/ycloud/> – бесплатный курс «Инженер облачных сервисов»
18. <https://rise.articulate.com/share/BtQjK0gEy1lktRKR6q2hPZ5KnRDJhB8k#/> – Ростелеком бизнес. Платформа управления данными

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студентам необходимо руководствоваться «Методическими рекомендациями по планированию и организации внеаудиторной самостоятельной работы по образовательным программам бакалавриата и магистратуры в Финансовом университете» (Приказ ректора № 1040_о от 11.05.2021) и данной рабочей программой дисциплины.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

11.1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

1. ОС Astr Linux,
2. LibreOffice
3. Антивирус Kaspersky

11.2. Современные профессиональные демонстрационные и информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс.
- 11.3 Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации:
Не предусмотрены.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Помещения для проведения лекций, семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.