

**«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»
(Финуниверситет)**

Калужский филиал Финуниверситета

Кафедра «Бизнес-информатика и высшая математика»

«УТВЕРЖДАЮ»

**Директор Калужского филиала
Финуниверситета**



В.А. Матчинов

И.В. Винокуров

**НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ТЕХНОЛОГИИ И
ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ**

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки
38.03.05 «Бизнес-информатика»
Образовательная программа
«Цифровая трансформация управления бизнесом»
Очная форма обучения

*Рекомендовано Ученым советом Калужского филиала Финуниверситета
(протокол № 03 от 29 июня 2023 г.)*

*Одобрено кафедрой «Бизнес-информатика и высшая математика»
Калужского филиала Финуниверситета
(протокол № 12 от 29 июня 2023 г.)*


КАЛУГА 2023

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины «Нейронные сети и технологии и глубокое обучение» студентам, обучающимся по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика», образовательная программа «Цифровая трансформация управления бизнесом», по очной форме обучения.


В рабочей программе излагаются планируемые результаты освоения дисциплины, содержание дисциплины, тематика и содержание семинаров и практических занятий, технологии их проведения. Приводится перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся, перечень основной и дополнительной литературы, а также ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

СОГЛАСОВАНО:


Заместитель директора
по учебно-методической работе
«29» июня 2023 г.

 /Орловцева О.М./

Начальник учебно-методического отдела
«29» июня 2023 г.

 /Толстикова В.С./

Заведующий кафедрой
«Бизнес-информатика и высшая математика»
«29» июня 2023 г.

 /Дробышева И.В./

Содержание

1. Наименование дисциплины.....	4
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения, соотнесённых с планируемыми результатами обучения по дисциплине	4
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	5
5.1. Содержание дисциплины.....	5
5.2. Учебно-тематический план.....	6
5.3. Содержание семинаров, практических занятий	7
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	7
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы.....	7
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю успеваемости.....	8
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	8
7.1 Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины	8
7.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний.....	8
8. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	10
9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины....	10
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	11
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем	11
11.1 Комплект лицензионного программного обеспечения:	11
11.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:	11
11.3 Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации: не предусмотрены.	12
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12

1. Наименование дисциплины

«Нейронные сети и технологии глубокого обучения».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения, соотнесённых 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), соотнесённые 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	Уметь применять нейросетевые модели аналитики для решения практических задач
		2. Проводит анализ рынка	Уметь проводить анализ рынка с использованием нейросетевых моделей аналитики
		3. Консультирует по вопросам применения аналитических систем работы с данными	Знать современные способы представления данных и умение их использовать при разработке нейросетевых моделей аналитики
ПКП-3	Способность предлагать различные варианты инфраструктурных решений для поддержки ИТ/ИС	1. Анализирует текущий уровень инфраструктурных решений предприятия/организации	Знать особенности применения и сферы использования ИТ-решений разного вида и назначения Уметь выполнять анализ текущих ИТ-решений организации на соответствие её потребностям
		2. Формирует и обосновывает варианты технологического слоя архитектуры предприятия/организации	Знать виды нейросетевых моделей аналитики их назначение и особенности использования Уметь использовать нейросетевые модели аналитики для формирования технологического слоя архитектуры организации

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейронные сети и технологии и глубокое обучение» относится к элективной дисциплине модуля «Информационно-аналитические технологии», отражающего специфику ВУЗа 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

Таблица 2

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 7 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3 з/е, 108 ч.	108 ч.
Контактная работа – аудиторные занятия	30	30
Лекции	14	14
Семинары, практические занятия	16	16
Самостоятельная работа	78	78
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	зачёт	зачёт

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. Формирование данных для нейросетевых моделей

Понятие нейросетевой модели и её особенности. Способы представления данных. Визуализация данных с использованием библиотек Matplotlib, Plotly и Seaborn. Формирование наборов данных для обучения и тестирования моделей. Использование библиотеки Scikit-Learn для разделения набора данных на обучающий и тестовый. Стандартные наборы данных библиотеки TensorFlow – MNIST, FASHION_MNIST, CIFAR10, CIFAR100. Понятие аугментации данных и способы её реализации. Последовательные и функциональные модели нейронных сетей библиотеки Keras.

Тема 2. Модели свёрточных нейронных сетей

Понятие свёртки. Ядро и функция свёртки. Свёрточные и пуллинг-слои. Полносвязные слои. Основные функции активации слоёв свёрточных нейронных сетей. Итерация, пакет и эпоха обучения. Понятие функции потерь. Реализация одноклассовой и многоклассовой классификации. Метрики точности модели – Accuracy, Precision, F1-score и AUC-ROC. Матрица ошибок классификации confusion matrix. Вычисление и визуализация метрик точности модели.

Тема 3. Модели нейронных сетей глубокого обучения

Деконволюционные модели (DNN). Автоэнкодеры (AE). Шумоподавляющие и вариационные (VAE) автоэнкодеры. Генеративно-состязательные модели (GAN). Модели долгой краткосрочной памяти (LSTM). Нейронная сеть YOLO как пример модели глубокого обучения. Формирование меток изображений и реализация обучения сети YOLO. Анализ полученных результатов с использованием TensorBoard.

5.2. Учебно-тематический план

Таблица 3

№	Наименование тем(разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа		
			Общая	Лекции		Семинары, практические занятия	
Тема 1. Формирование данных для нейросетевых моделей							
1	Способы и особенности представления данных для нейросетевых моделей	14	4	2	2	10	Выполнение и защита практических работ
2	Разделение данных на обучающий и тестовый наборы. Аугментация и визуализация данных	14	4	2	2	10	Выполнение и защита практических работ
Тема 2. Модели свёрточных нейронных сетей							
3	Этапы создания и исследования свёрточных нейронных сетей. Метрики точности	14	4	2	2	10	Выполнение и защита практических работ
4	Реализация одноклассовой и многоклассовой классификации	18	6	2	4	12	Выполнение и защита практических работ
Тема 3. Модели нейронных сетей глубокого обучения							
5	Основные типы нейронных сетей глубокого обучения, их особенности	16	4	2	2	12	Выполнение и защита практических работ
6	Проектирование и реализация нейронной сети YOLO	16	4	2	2	12	Выполнение и защита практических работ
7	Исследование работы нейронной сети YOLO с использованием TensorBoard	16	4	2	2	12	Выполнение и защита практических работ
В целом по дисциплине		108	30	14	16	78	Контрольная работа

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	Формы проведения занятий
Тема 1. Формирование данных для нейросетевых моделей	<ul style="list-style-type: none"> Формирование данных для обучения нейронных сетей. Визуализация данных для обучения нейронных сетей с использованием библиотек Matplotlib, Plotly и др. <p>Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 8</p>	Компьютерный практикум
Тема 2. Модели свёрточных нейронных сетей	<ul style="list-style-type: none"> Проектирование свёрточных нейронных сетей для реализации одноклассовой и многоклассовой классификации. Реализация свёрточных нейронных сетей с использованием библиотек Keras и TensorFlow. <p>Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 8</p>	Компьютерный практикум
Тема 3. Модели нейронных сетей глубокого обучения	<ul style="list-style-type: none"> Изучение архитектур и методов обучения DNN. Обучение нейронной сети YOLO для распознавания изображений из пользовательского набора данных. <p>Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 8</p>	Компьютерный практикум

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. Формирование данных для нейросетевых моделей	<ul style="list-style-type: none"> Изучение основных функциональных возможностей библиотек Scikit-Learn и TensorFlow. <p>Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 8,9</p>	Изучение методических материалов по теме в электронном виде и рекомендуемых разделов основной и дополнительной литературы, интернет – источников. Подготовка к практическим работам
Тема 2. Модели свёрточ-	<ul style="list-style-type: none"> Изучение основных функци- 	Изучение методических ма-

ных нейронных сетей	ональных возможностей библиотек Keras и TensorFlow для работы со свёрточными нейронными сетями. Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 8,9	териалов по теме в электронном виде и рекомендуемых разделов основной и дополнительной литературы, интернет – источников. Подготовка к практическим работам
Тема 3. Модели нейронных сетей глубокого обучения	<ul style="list-style-type: none"> Изучение особенностей функционирования ПО формирования и описания меток изображений для обучения нейронной сети YOLO. Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 9	Изучение методических материалов по теме в электронном виде и рекомендуемых разделов основной и дополнительной литературы, интернет – источников. Подготовка к практическим работам

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

Примерные темы для контрольной работы:

Проектирование и исследование нейросетевой модели для <заданной предметной области>.

Критерии балльной оценки по контрольной работе содержатся в соответствующих методических рекомендациях кафедры.

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

7.1 Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины

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

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

Таблица 6

Компетенция	Типовые 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 Задание 1. Оцените величину дохода организации с использованием нейросетевой модели Задание 2. Выявите категории данных, влияющих на величину прибыли организации
	2. Проводит анализ рынка Задание 1. Оцените динамику рынка с использованием нейросетевой модели прямого распространения Задание 2. Оцените динамику рынка с использованием нейросетевой модели глубокого обучения

	<p>3. Консультирует по вопросам применения аналитических систем работы с данными</p> <p>Задание 1. Выберите нейросетевую модель для эффективного решения в условиях рисков</p> <p>Задание 2. Выберите нейросетевую модель для распознавания текущей ситуации</p>
<p>ПКП-3</p> <p>Способность предлагать различные варианты инфраструктурных решений для поддержки ИТ/ИС</p>	<p>1. Анализирует текущий уровень инфраструктурных решений предприятия/организации</p> <p>Задание 1. Предложите нейросетевую модель для повышения эффективности работы отдела организации</p> <p>Задание 2. Осуществите анализ инфраструктурных решений организации с целью повышения эффективности их работы</p> <p>2. Формирует и обосновывает варианты технологического слоя архитектуры предприятия/организации</p> <p>Задание 1. Спроектируйте и реализовать нейросетевую модель, реализующую выбранную модель аналитики</p> <p>Задание 2. Исследуйте работу нейросетевой модели аналитики и предложить способы повышения её эффективности</p>

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях кафедры.

Примерные вопросы к зачету:

1. Опишите основные функциональные особенности библиотек для построения и исследования работы нейронных сетей TensorFlow и Keras.
2. Приведите известные вам архитектуры свёрточных нейронных сетей и классы решаемых с их помощью задач.
3. Опишите основные этапы построения свёрточных нейронных сетей. Приведите основные наборы данных для обучения свёрточных нейронных сетей.
4. Опишите типы слоёв нейронных сетей и функций активации нейронов, реализованные в библиотеках TensorFlow и Keras.
5. Раскройте понятие оптимизатора нейросетевой модели. Приведите известные вам типы оптимизаторов, раскройте особенности их использования.
6. Опишите этапы формирования наборов данных для обучения, валидации и тестирования нейросетевых моделей.
7. Раскройте назначение метода `train_test_split()` библиотеки Scikit-Learn. Приведите пример его использования.
8. Раскройте понятие переобучения нейросетевой модели. Опишите методы борьбы с переобучением.
9. Раскройте понятие Batch Normalization. Опишите её реализацию в Keras.
10. Приведите основные способы ускорения обучения нейросетевой модели.
11. Приведите основные критерии качества работы нейросетевой модели. Опишите их назначения и отличия.

12. Раскройте понятие функции потерь. Приведите известные вам функции потерь, их назначения и отличия.
13. Раскройте отличия функций потерь BinaryCrossentropy и CategoricalCrossentropy.
14. Раскройте понятие аугментации данных. Опишите её реализацию в библиотеке Keras и приведите основные параметры.
15. Приведите типы графиков, реализованные в библиотеке Matplotlib. Раскройте их назначение и особенности построения.

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

Основная литература:

1. Чару, А. Нейронные сети и глубокое обучение. Учебный курс / Аггарвал Чару. – СПб.: Вильямс, 2020. – 752 с.
2. Гудфеллоу, Я., Бенджио, И., Курвилль, А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкина. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107901.html>
3. Маккинли, У. Python и анализ данных / Уэс Маккинли. – Саратов: Профобразование, 2019. – 482 с.
4. Протодьяконов, А.В. Алгоритмы Data Science и их практическая реализация на Python: учебное пособие / Протодьяконов А.В., Пылов П.А., Садовников В.Е. – М., Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 392 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124000.html>
5. Хливненко, Л. В. Практика нейросетевого моделирования: учебное пособие для вузов / Л. В. Хливненко, Ф. А. Пятакович. – СПб.: Лань, 2021. – 200 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/173811.html>
6. Мюллер, А, Гвидо, С. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по обработке данных / Андреас Мюллер, ара Гвидо. – СПб.: ООО “Альфа-книга”, 2017. – 480 с.
7. Николаенко, С., Кадури, А., Архангельская, Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с. – URL: <https://djvu.online/file/JA192EZJDBIE>

Дополнительная литература:

8. Грас, Дж. Data Science. Наука о данных с нуля / Джоэл Грас. – СПб: БХВ-Петербург, 2020. – 411 с.
9. Chollet, Francois Deep Learning with Python, Second Edition. – NY: Simon and Schuster, 2021. – 478 с.
10. Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы: учебник / Рейнхальд Клетте; перевод с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 506 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/131691.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека Финансового университета <http://elib.fa.ru/>
2. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОН-ЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://www.urait.ru/>
5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
6. Библиотека Scikit-Learn <https://scikit-learn.org>
7. Библиотека Keras <https://keras.io>
8. Создание приложений с использованием машинного обучения Hugging-Face <https://huggingface.co/>
9. Социальная сеть специалистов по обработке данных и машинному обучению Kaggle <https://www.kaggle.com>
10. Библиотека для машинного обучения AutoGluon <https://auto.gluon.ai>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Рекомендации по освоению дисциплины приведены в «Методических рекомендациях для студентов бакалавриата по освоению дисциплин образовательных программ высшего образования», утвержденных приказом № 1040 ректора Финуниверситета от 11 мая 2021 г.

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. Операционная система – Windows 8 или выше, Linux.
2. Среда разработки – Google Colaboratory и Visual Studio Code.

11.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

№	Название рекомендуемых технических и компьютерных средств обучения	Наименование разделов и тем
1	Правовая база данных «КонсультантПлюс»	Все темы
2	Справочно-правовая система «Гарант»	Все темы
3	www.skrin.ru – Система комплексного раскрытия информации «СКРИН»	Все темы
4	http://www.iteam.ru/publications/strategy – Технологии корпоративного управления	Все темы
5	Информационная система СПАРК	Все темы
6	Информационная система Bloomberg	Все темы

7	Информационная система Thomson Reuters	Все темы
8	https://spravochnick.ru/informacionnye_tehnologii/ – Информационные технологии	Все темы

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.