



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.01.05 Основы глубокого обучения**

**Направление подготовки:** 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

**Направленность (профиль):** Искусственный интеллект и большие данные

**Квалификация (степень):** магистр

**Форма обучения:** очная

**Институт:** математики, естествознания и техники

**Кафедра:** математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2		
Семестр	4		

Лекции	8		
Лабораторные занятия			
Практические (семинарские) занятия	8		
в т. ч. практическая подготовка	2		
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет		
Контроль			
Иные формы работы			
Самостоятельная работа	92		

**Всего часов:** 108

**Трудоемкость:** 3 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат педагогических наук, доцент

Н.А. Гнездилова

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### Цель изучения дисциплины:

- формирование у обучающихся компетенций в области современного раздела искусственного интеллекта, машинного обучения, основанного на многоуровневом представлении данных, многослойном и иерархическом обучении искусственных нейронных сетей, разработки и использования методов и инструментария многоступенчатых способов получения представления данных. Данная цель соотносится с целью образовательной программы в части прикладных решений для систем искусственного интеллекта.

### Задачи изучения дисциплины:

- изложение математических основ представления информации;
- изучение численных методов оптимизации в условиях ограничений;
- владение основами машинного обучения;
- исследование современных подходов и построение архитектур глубоких искусственных нейронных сетей, регуляризаций в глубоком обучении, оптимизации в обучении глубоких моделей, рекуррентных и рекурсивных сетей;
- разработка алгоритмов и программного обеспечения крупномасштабного глубокого обучения.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений) блока Б1. Дисциплины (модули).

### Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>ПКС-1</b> Способен исследовать и разрабатывать архитектуру систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта	<b>Знать:</b> — способы и методы исследования архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей; — способы и методы разработки архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта.	<b>Знает:</b> - принципы построения моделей глубоких нейронных сетей и глубокого машинного обучения (с подкреплением и без); - подходы к применению моделей на основе нечеткой логики в системах искусственного интеллекта.
	<b>Уметь:</b> — распределять работы и выделять ресурсы в рамках управления работами по сопровождению и проектами создания (модификации) систем искусственного интеллекта; осуществлять анализ больших данных	<b>Умеет:</b> - руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе

средствами искусственного интеллекта.	моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов.
<b>Владеть:</b> – организацией согласования и утверждения требований к системе искусственного интеллекта заказчиком в рамках управления работами по сопровождению и проектами создания (модификации) системы искусственного интеллекта; – приемами анализа больших данных средствами искусственного интеллекта.	<b>Владеет:</b> - навыками организации, управления командной работы для эффективных результатов в профессиональной деятельности.

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия			Сам. Раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
<b>Раздел 1. «Математические основы глубокого обучения»</b>		<b>34</b>	<b>4</b>			<b>30</b>
1	Тема 1. Сбор данных для глубокого обучения	5	1			4
2	Тема 2. Теоретические основы глубокого обучения	5	1			4
3	Тема 3. Численные методы для глубокого обучения	5	1			4
4	Тема 4. Гиперпараметры, переобучение и недобучение	4	1			4
5	Тема 5. Оценки смещения и байесовские статистики в глубоком обучении	7				7
6	Тема 6. Задачи искусственного интеллекта, требующие глубокого обучения.	7				7
<b>Раздел 2. «Современные модели глубоких нейронных сетей»</b>		<b>34</b>	<b>4</b>			<b>30</b>
7	Тема 7. Глубокие сети прямого распространения.	4	1			3
8	Тема 8. Регуляризация в глубоком обучении.	4	1			3
9	Тема 9. Оптимизация в обучении глубоких моделей.	4	1			3
10	Тема 10. Сверточные сети.	4	1			3
11	Тема 11. Моделирование рекуррентных и рекурсивных сетей.	4				4
12	Тема 12. Линейные факторные модели.	4				4
13	Тема 13. Автокодировщики.	4				4
<b>Раздел 3. «Практические приложения глубоких нейронных сетей»</b>		<b>40</b>		<b>8</b>		<b>32</b>

14	Тема 14. Крупномасштабное глубокое обучение на многоядерных процессорах.	10		2		8
15	Тема 15. Крупномасштабное глубокое обучение на графических процессорах.	10		2		8
16	Тема 16. Нечеткие модели и методы в глубоком обучении.	10		2		8
17	Тема 17. Глубокие порождающие модели.	10		2		8
	<i>Зачет</i>					
	в т. ч. практическая подготовка	2				
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>92</b>

**Очно-заочная форма обучения**  
(не реализуется)

**Заочная форма обучения**  
(не реализуется)

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме теста, реферата.

#### **Типовой вариант теста**

1. Наиболее редко на практике применяются методы машинного обучения, основанные на:

- Алгоритмах обучения без учителя.
- Алгоритмах обучения с учителем.
- Алгоритмах обучения с подкреплением.
- Свёрточных нейронных сетях.

2. Алгоритм k-средних предназначен для решения задачи:

- Классификации.
- Кластеризации.
- Прогнозирования.
- Снижения размерности.

3. Neo4j — это:

- База данных.
- Архитектура нейронной сети.
- Платформа распределенных вычислений.
- Компилятор языка.

4. Реализация метода обучения с учителем не нуждается в:

- Обучающей выборке.

- Тестовой выборке.
- Оценочной выборке.
- Проверочной выборке.

5. Для распределенного глубокого машинного обучения (Deep Learning) больше подходит фреймворк

- Flask.
- PyTorch.
- TensorFlow.
- Scikit-learn.

6. Для машинного обучения подходят данные

- Любых форматов в цифровом виде.
- Числовые типа int.
- Предварительно подготовленные, очищенные от ошибок, пропусков и выбросов, а также нормализованные и представленные в виде числовых векторов.
- Бинарные.

7. Что называется обучением нейронной сети?

- Процесс настройки синаптических весов для эффективного решения поставленной задачи.
- Процесс получения результата.
- Все ответы верны.

8. Что является результатом обученности нейронной сети?

- Ошибка близка к нулю.
- Ошибка близка к единице.
- Ошибка равна бесконечности.

9. Искусственная нейронная сеть — это ...

- программа, основанная на принципе работы человеческого мозга, но не являющаяся его аналогом.
- математическая модель, которая анализирует сложные данные, имитируя человеческий мозг, и имеет аппаратное и программное воплощение.
- специальная клетка, одной из ключевых задач которой является передача электрохимического импульса по всей нейронной сети через доступные связи с другими нейронами.

10. Большую часть машинного обучения можно разделить на:

- Обучение с учителем и обучение без учителя.
- Обучение с входными данными и обучение без входных данных.
- Обучение с известным результатом.

## Примерная тематика рефератов

1. Обучение градиентными методами.
2. Функции стоимости.
3. Выходные блоки.
4. Скрытые блоки.
5. Блоки линейной ректификации и их обобщения.
6. Логистическая сигмоида и гиперболический тангенс.
7. Обратное распространение и другие алгоритмы дифференцирования.
8. Графы вычислений.
9. Рекурсивное применение правила дифференцирования сложной функции для получения алгоритма обратного распространения.
10. Вычисление обратного распространения в полносвязной сети.
11. Общий алгоритм обратного распространения
12. Регуляризация параметров по норме  $L_2$ .
13. Штраф по норме как оптимизация с ограничениями.
14. Робастность относительно шума.
15. Обучение с частичным привлечением учителя.
16. Глубокие сети: современные подходы.
17. Глубокие сети прямого распространения.
18. Обучение градиентными методами.
19. Обратное распространение и другие алгоритмы дифференцирования.
20. Регуляризация в глубоком обучении.
21. Штраф по норме как оптимизация с ограничениями.
22. Регуляризация и недоопределенные задачи.
23. Обучение с частичным привлечением учителя.
24. Многозадачное обучение.
25. Баггинг и другие ансамблевые методы.
26. Состязательное обучение.
27. Сверточные сети.
28. Свертка и пулинг как бесконечно сильное априорное распределение.
29. Варианты базовой функции свертки.
30. Эффективные алгоритмы свертки.
31. Моделирование последовательностей: рекуррентные и рекурсивные сети.
32. Развертка графа вычислений.
33. Архитектуры кодировщик-декодер или последовательность в последовательность.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена с использованием следующих оценочных материалов: *перечень вопросов к зачету*.

### Вопросы к зачету (4 семестр, очная форма обучения)

1. Разреженные представления.

2. Баггинг и другие ансамблевые методы.
3. Состязательное обучение.
4. Плато, седловые точки и другие плоские участки.
5. Утесы и резко растущие градиенты.
6. Долгосрочные зависимости.
7. Неточные градиенты.
8. Стохастический градиентный спуск.
9. Стратегии инициализации параметров.
10. Алгоритмы с адаптивной скоростью обучения.
11. AdaGrad.
12. RMSProp.
13. Adam.
14. Стратегии оптимизации и метаалгоритмы.
15. Глубокие рекуррентные сети.
16. Рекурсивные нейронные сети.
17. Оптимизация в контексте долгосрочных зависимостей.
18. Понижающие автокодировщики.
19. Регуляризованные автокодировщики.
20. Репрезентативная способность, размер слоя и глубина.
21. Стохастические кодировщики и декодеры.
22. Шумоподавляющие автокодировщики.
23. Обучение многообразий с помощью автокодировщиков.
24. Сжимающие автокодировщики. Предсказательная разреженная декомпозиция.
25. Обучение представлений.
26. Перенос обучения и адаптация домена.
27. Разделение каузальных факторов с частичным привлечением учителя.
28. Распределенное представление.
29. Структурные вероятностные модели в глубоком обучении.
30. Проблема бесструктурного моделирования.
31. Применение графов для описания структуры модели.
32. Градиент логарифмического правдоподобия.
33. Глубокие порождающие модели.

## **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Основная литература**

1. Машинное обучение : учебник : [16+] / Е. Ю. Бутырский, В. В. Цехановский, Н. А. Жукова [и др.]. — Москва : Директ-Медиа, 2023. — 368 с. : ил., табл., схем., граф. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=701807> (дата обращения: 01.09.2024). —

Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-3778-0. – DOI 10.23681/701807. – Текст : электронный.

2. Кревецкий, А. В. Основы технологий искусственного интеллекта : учебное пособие : [16+] / А. В. Кревецкий, Ю. А. Ипатов, Н. И. Роженцова ; под общ. ред. А. В. Кревецкого ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2023. – 272 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=714624> (дата обращения: 20.04.2024). – Библиогр.: с. 264-267. – ISBN 978-5-8158-2358-7. – Текст : электронный.

#### 4.2. Дополнительная литература

1. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18416-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534963> (дата обращения: 20.04.2024).

### У. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://edu.ru/">http://edu.ru/</a>	<b>Российское образование: Федеральный портал.</b> Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
2.	<a href="https://practicum.yandex.ru/blog/deep-learning-cto-eto-i-gde-primenyaetsya/">https://practicum.yandex.ru/blog/deep-learning-cto-eto-i-gde-primenyaetsya/</a>	Яндекс Практикум	Свободный доступ

### У. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в
----	---	--	---

			которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	www.consultant.ru	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущая и промежуточная аттестации проводятся в специализированных классах, оснащенных автоматизированными рабочими местами с компьютерами.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.