

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
09.03.01 Информатика и вычислительная техника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Нейронные сети**

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): IT-сервисы и технологии обработки данных на транспорте

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 937226  
Подписал: руководитель образовательной программы  
Проневич Ольга Борисовна  
Дата: 07.10.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины является формирование теоретических знаний в области разработки интеллектуальных информационных систем, использующих аппарат машинного обучения, которые позволяют решать практические задачи анализа данных в исследованиях и бизнес приложениях.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение основных принципов организации информационных процессов в нейрокомпьютерных системах;
- формирование логического мышления;
- формирование навыков разработки и реализации программных моделей нейрокомпьютерных систем.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-5** - Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем;

**ПК-1** - Способен анализировать большие данные с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры;

**УК-2** - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

- знать алгоритмы обучения нейронных сетей, виды нейронов, слоев нейронных сетей, алгоритмы их работы
- знать классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности.
- знать перечень библиотек, программных продуктов, обеспечивающих возможность работы с нейронными сетями, обученными нейронными сетями

**Уметь:**

- преобразовывать исходные данные и приводить их к виду данных, которые можно подать на вход нейронной сети; интерпретировать результаты

работы нейронной сети и приводить их к требуемому выходному формату (текст, картинка, число и т.п.)

– модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности.

– установить необходимые для работы нейронных сетей библиотеки, устранять проблемы конфликта версий, использовать обученные нейронные сети для решения поставленных задач

#### **Владеть:**

– владение методами обучения нейронных сетей,  
– способностью использовать знания об устройстве транспорта для формулировки задач, которые можно решить с помощью применения нейронных сетей

– инструментами сбора исходных данных, необходимых для обучения нейронных сетей (или использования обученных), преобразования данных, инструментами построения нейронных сетей, оценки качества работы нейронных сетей.

– инструментами создания модулей, которые осуществляют функции обучения нейронной сети, формирование прогноза и выдачи результата в интерпретируемом человеком виде.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	48	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации

образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 64 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Тема 1. Биологический и искусственный нейрон. Рассматриваемые вопросы: -Виды искусственных нейронов -Основные функции искусственных активации нейронов. -Сопоставление традиционных ЭВМ и нейрокомпьютеров. -Классификации нейронных сетей, области применения и решаемые задачи. -Основные направления развития нейрокомпьютинга.
2	Тема 2. Персептрон Розенблата Рассматриваемые вопросы: -Алгоритм обучения персептрона и правило Хебба. -Теорема о сходимости алгоритма обучения персептрона для линейноразделимых множеств. -Проблема исключающего «или».
3	Тема 3. Многослойный персептрон. Рассматриваемые вопросы: -Представление булевых функций. -Проблемы корреляции весов. -Преодоление ограничения линейной разделимости и решение проблемы исключающего «или». - Нейронные сети как универсальные аппроксиматоры.
4	Тема 4. Прямое и обратное распространение ошибки в нейронных сетях Рассматриваемые вопросы: -Общая идея градиентных методов решения задач безусловной оптимизации. -Метод наискорейшего спуска. -Прямое распространение ошибки. -Алгоритм обратного распространения ошибки.
5	Тема 5. Оптимизация работы нейронных сетей Рассматриваемые вопросы: -Эвристические приемы улучшения сходимости и качества градиентного обучения (нормализация, выбор функции активации, выбор начальных значений весов, порядок предъявления обучающих

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>примеров, выбор величины шага, сокращение числа весов, выбивание из локальных минимумов, проблема переобучения и разделение выборки).</p> <p>-Методы упрощения структуры нейронной сети. Общие принципы обучения.</p>
6	<p><b>Тема 6. Рекуррентные нейронные сети</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Аддитивная и мультипликативная модели временных рядов. Компоненты временного ряда. Исследование временных рядов на основе коррелограммы.</li> <li>-Специфика прогнозирования финансовых временных рядов (выбор входных сигналов, метод искусственных примеров, выбор функционала ошибки и оценка величины капитала игрока).</li> <li>-Задачи, решаемые без учителя. Идея метода главных компонент.</li> </ul>
7	<p><b>Тема 7. Сверточные нейронные сети</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-История сверточных нейронных сетей</li> <li>-Сверточные сети для анализа изображений</li> <li>-Сверточные сети для анализа текстов</li> <li>-Сверточные сети для анализа аудиосигналов</li> <li>-Архитектуры нейронных сетей, основанные на свертках</li> </ul>
8	<p><b>Тема 8. Трансформеры</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-История трансформеров</li> <li>-Архитектура трансформеров, примеры архитектур</li> <li>-Обученные трансформеры</li> <li>-Оценка качества обученных трансформеров</li> <li>-Дообучение</li> </ul>
9	<p><b>Тема 9. Нейронные сети в условиях дефицита данных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Предобученные слои</li> <li>-Использование предобученных слоев в новой архитектуре</li> <li>-вариационные автоэнкодеры (VAE).</li> <li>-Сэмплирование в латентном пространстве.</li> <li>-Условные вариационные автоэнкодеры (CVAE).</li> </ul>
10	<p><b>Тема 10. Генеративные модели</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Классические" генеративные алгоритмы.</li> <li>- Задача генерации.</li> <li>- Дискриминатор.</li> <li>-Generative adversarial network (GAN).</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p><b>Тема 1. Обученные нейронные сети</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Сбор данных о обученных нейронных сетях</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Клонирование предобученных нейронных сетей</li> <li>-Использование предобученных нейронных сетей</li> </ul>
2	<p>Тема 2. Обученные нейронные сети. Анализ возможности применения в транспортной области</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Формулировка новых (нерешенных) задач из транспортной области, которые можно было бы решить с помощью предобученных нейронных сетей</li> <li>-Генерация «игрушечных данных» для транспортной области</li> <li>-Тестирование использования предобученных нейронных сетей для решения задач из транспортной области</li> </ul>
3	<p>Тема 3. Пересептрон Розенблата</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Реализация правила Хебба при обучении персептрона</li> <li>-Реализация многослойной нейронной сети</li> </ul>
4	<p>Тема 4. Нечеткий нейрон</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Реализация нечеткого нейрона, анализ влияния различных функций для реализации логических «И» и «ИЛИ»</li> <li>-Анализ существующих архитектур нечетких нейронных сетей</li> <li>-Реализация ANFIS — адаптивная НС, основанная на системе нечеткого вывода</li> </ul>
5	<p>Тема 5. Прямое и обратное распространение ошибки в нейронной сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Реализация алгоритма прямого распространение ошибки</li> <li>-Реализация алгоритма обратного распространение ошибки</li> <li>-Анализ преимуществ и недостатков методов</li> </ul>
6	<p>Тема 6. Прямое и обратное распространения ошибки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Обучение нейронной сети на основе прямого распространения ошибки. Исследование влияния архитектуры и масштаба исходных данных на результаты.</li> <li>-Обучение нейронной сети на основе прямого распространения ошибки. Исследование влияния архитектуры и масштаба исходных данных на результаты.</li> <li>-Сравнение метрик качества обученных моделей</li> </ul>
7	<p>Тема 7. Общая классификация слоев нейронной сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Анализ влияния архитектуры нейронных сетей на качество обучения.</li> <li>-Разработка алгоритмов проведения экспериментов для подбора архитектуры</li> </ul>
8	<p>Тема 8. Общая классификация слоев нейронных сетей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Библиотеки авто-ML: настройка для получения различных архитектур и анализ их влияния на качество обучения.</li> <li>-Анализ: авто-ML против собственных экспериментов подбора архитектуры</li> </ul>
9	<p>Тема 9. Оптимизация работы нейронных сетей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Эвристические приемы улучшения сходимости и качества градиентного обучения (нормализация, выбор функции активации, выбор начальных значений весов, порядок предъявления обучающих примеров)</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
10	<p>Тема 10. Оптимизация работы нейронных сетей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Выбор величины шага, сокращение числа весов, выбивание из локальных минимумов, проблема переобучения и разделение выборки).</li> <li>-Методы упрощения структуры нейронной сети</li> </ul>
11	<p>Тема 11. Рекуррентные нейронные сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Long short-term memory</li> <li>-Gated Recurrent Unit</li> <li>-Minimal Gated Unit</li> </ul>
12	<p>Тема 12. Рекуррентные нейронные сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bidirectional recurrent neural network</li> <li>-Нейронная машины Тьюринга</li> <li>Многослойный LSTM</li> </ul>
13	<p>Тема 13. Рекуррентные нейронные сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Свёрточный LSTM</li> <li>-Batch normalization</li> <li>-Encoder-Decoder</li> </ul>
14	<p>Тема 14. Рекуррентные нейронные сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Обучение для моделирования аудиосигнала</li> </ul>
15	<p>Тема 15. Рекуррентные нейронные сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Обучение для NLP</li> </ul>
16	<p>Тема 16. Рекуррентные нейронные сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Обучение для анализа изображения</li> </ul>
17	<p>Тема 17. Трансформеры</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Анализ причин появления трансформеров. Трансформеры против рекуррентных сетей</li> <li>-Использование обученных трансформеров</li> </ul>
18	<p>Тема 18. Трансформеры</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Оценка качества обученных трансформеров</li> <li>-Дообучение</li> </ul>
19	<p>Тема 19. Нейронные сети в условиях дефицита данных</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Предобученные сверточные слои для анализа изображений</li> <li>-Предобученные эмбеддинг-слои</li> </ul>
20	<p>Тема 20. Нейронные сети в условиях дефицита данных</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-вариационные автоэнкодеры (VAE).</li> <li>-Сэмплирование в латентном пространстве.</li> <li>-Условные вариационные автоэнкодеры (CVAE)</li> </ul>
21	<p>Тема 21. Генеративные модели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- "Классические" генеративные алгоритмы. - Задача генерации.
22	Тема 22. Генеративные модели Рассматриваемые вопросы: - Дискриминатор. - Generative adversarial network (GAN).

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с учебной литературой и изучение обученных нейронных сетей
2	Участие в онлайн-конференциях по темам глубокого искусственного интеллекта и мастер-классах
3	Поиск алгоритмов обучения нейронных сетей в открытых источниках
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Биологический и искусственный нейрон.
2. Основные функции активации нейронов. Преимущества нейронных сетей.
3. Сопоставление традиционных ЭВМ и нейрокомпьютеров.
4. Классификации нейронных сетей, области применения и решаемые задачи.
5. Основные направления развития нейрокомпьютинга.
6. Персептрон Розенблата.
7. Алгоритм обучения персептрона и правило Хебба.
8. Теорема о сходимости алгоритма обучения персептрона для линейноразделимых множеств. Проблема исключающего «или».
9. Многослойный персептрон. Представление булевых функций.
10. Преодоление ограничения линейной разделимости и решение проблемы исключающего «или».
11. Нейронные сети как универсальные аппроксиматоры.
12. Общая идея градиентных методов решения задач безусловной оптимизации. Метод наискорейшего спуска.



13. Алгоритм обратного распространения ошибки. Достоинства и недостатки алгоритма. Понятие паралича сети и причины его возникновения.

14. Проблема овражности поверхности функционала ошибки и её частичное преодоление с помощью введения момента (инерциальной поправки).

15. Физический смысл момента. Обобщенное дельта-правило.

16. Эвристические приемы улучшения сходимости и качества градиентного обучения (нормализация, выбор функции активации, выбор начальных значений весов, порядок предъявления обучающих примеров, выбор величины шага, сокращение числа весов, выбивание из локальных минимумов, проблема переобучения и разделение выборки).

17. Методы упрощения структуры нейронной сети. Общие принципы обучения.

18. Аддитивная и мультипликативная модели временных рядов. Компоненты временного ряда.

19. Исследование временных рядов на основе коррелограммы.

20. Специфика прогнозирования финансовых временных рядов (выбор входных сигналов, метод искусственных примеров, выбор функционала ошибки и оценка величины капитала игрока).

21. Задачи, решаемые без учителя. Идея метода главных компонент.

22. Задача кластеризации данных. Основные метрики для количественных и неколичественных переменных.

23. Сети Кохонена, правила жесткой, справедливой и мягкой конкуренции.

24. Алгоритм обучения. Задача квантования данных.

25. Задача многомерной визуализации и самоорганизующиеся карты Кохоне

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Бизяев, А. А. Сети связи и системы коммутации : учебное пособие / А. А. Бизяев, К.	<a href="https://e.lanbook.com/book/118257">https://e.lanbook.com/book/118257</a>

	<p>А. Куратов. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 84 с. — ISBN 978-5-7782-2935- 8</p>	
2	<p>Артюшенко, В. В. Компьютерные сети и телекоммуникац ии : учебно- методическое пособие / В. В. Артюшенко, А. В. Никулин. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-4104- 6</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/152244">https://e.lanbook.com/book/152244</a></p>
3	<p>Проскуряков, А. В. Компьютерные сети. Основы построения компьютерных сетей и телекоммуникац ий : учебное пособие / А. В. Проскуряков. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2018. — 201 с. — ISBN 978-5-9275-2792- 2</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/125052">https://e.lanbook.com/book/125052</a></p>
4	<p>Соробин, А. Б. Сверточные нейронные сети: примеры реализаций : учебно- методическое пособие / А. Б.</p>	<p><a href="https://e.lanbook.com/book/163853?ysclid=lw4mtvkr6593763565">https://e.lanbook.com/book/163853?ysclid=lw4mtvkr6593763565</a></p>

	Соробин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 159 с.	
5	Филиппов, Ф. В. Моделирование нейронных сетей глубокого обучения : учебное пособие / Ф. В. Филиппов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч- Бруевича, 2019. — 79 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/180053?category=1537&amp;ysclid=lw4mtb6chv384808182">https://e.lanbook.com/book/180053?category=1537&amp;ysclid=lw4mtb6chv384808182</a>
6	Белозерова, Г. И. Нечеткая логика и нейронные сети : учебное пособие : в 2 частях / Г. И. Белозерова, Д. М. Скуднев, З. А. Кононова. — Липецк : Липецкий ГПУ, [б. г.]. — Часть 1 — 2017. — 64 с. — ISBN 978-5- 88526-875-2	<a href="https://e.lanbook.com/book/111969?ysclid=lw4mt21my6995842379">https://e.lanbook.com/book/111969?ysclid=lw4mt21my6995842379</a>

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<https://habr.com/ru> - база знаний в виде статей, обзоров

<https://journal.tinkoff.ru/short/ai-for-all/> - база данных нейронных сетей

<https://vc.ru/services/916617-luchshie-neyroseti-bolshaya-podborka-iz-top-200-ii-generatorov-po-kategoriyam> - база данных нейронных сетей

<https://github.com/abalmumcu/bert-rest-api> - профессиональная платформа для командой работы над проектов (нейронная сеть bert)

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ

<https://proglib.io/p/raspoznavanie-obektov-s-pomoshchyu-yolo-v3-na-tensorflow-2-0-2020-11-08> - профессиональная библиотека программистов

[https://yandex.cloud/ru/blog/posts/2022/12/andrey-berger-and-yandex-cloud?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F](https://yandex.cloud/ru/blog/posts/2022/12/andrey-berger-and-yandex-cloud?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F) – библиотека профессиональных статей разработчиков Яндекс

<https://yandex.cloud/ru/blog> - библиотека профессиональных статей разработчиков Яндекс

<https://tproger.ru/translations/opencv-python-guide> - библиотека основных команд OpenCV

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Программный пакет Microsoft Office 2007

VS code

YOLO

BERT API

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Компьютер преподавателя

Компьютеры студентов

экран для проектора, маркерная доска,

Проектор

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 7 семестре.

Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. Академии "Высшая  
инженерная школа"

Б.В. Игольников

Согласовано:

Директор

Б.В. Игольников

Руководитель образовательной  
программы

О.Б. Проневич

Председатель учебно-методической  
комиссии

Д.В. Паринов