МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Вычислительная и прикладная математика»

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Искусственные нейронные сети и глубокое обучение»

Направление подготовки – 09.03.04 Программная инженерия

ОПОП «Программная инженерия систем искусственного интеллекта»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная (4 года)

Рязань

1. СПИСОК ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Структура систем искусственного интеллекта (обобщённая схема).
2. Приобретение знаний. Интеллектуальный анализ данных. Машинное обучение.
3. Задачи классификации, кластеризации, регрессии, ассоциации, анализ временных рядов.
4. Биологические нейроны. История развития искусственных нейронных сетей.
5. Применение нейронных сетей в решении прикладных задач.
6. Математическая модель нейронной сети. Функции активации и регуляризации.
7. Топологии нейронных сетей.
8. Теория и математические модели нейронных сетей.
9. Обучение нейронных сетей. Метод градиентного спуска.
10. Алгоритм обратного распространения ошибки.
11. Этапы создания и обучения нейронных сетей.
12. Многослойные (глубокие) нейронные сети и их разновидности.
13. Полносвязные нейронные сети. Применение в задачах классификации и регрессии.
14. Масштабируемое обучение нейронных сетей.
15. Ошибки, связанные с характеристиками обучающей выборки.
16. Оценка качества обученной нейронной сети.
17. Переобучение. Недообучение. Способы борьбы с переобучением.
18. Свёрточные нейронные сети. Слои свёрточных нейронных сетей и их назначение.
19. Применение свёрточных нейронных сетей к обработке изображений.
20. Автокодировщики. Применение в задаче удаления шума на изображениях.
21. Применение автокодировщиков для выявления аномалий в последовательностях.
22. Вариационные автокодировщики. Применение к генерации новых изображений.
23. Генеративно-состязательные нейронные сети. Преобразование изображения в новое изображение (PicToPic).
24. Примеры применения GAN.
25. Рекуррентные нейронные сети. Применение к практическим задачам.
26. Программирование глубоких нейронных сетей на языке Python с использованием библиотек TensorFlow, Keras.
27. Среда Google Colab для разработки и обучения нейронных сетей.
28. Сложные модели на основе нейронных сетей. Самоорганизующиеся НС.
29. Сеть ResNet: архитектура и применение.
30. Сеть U-Net: архитектура и применение.
31. Эволюционное программирование. Генетические алгоритмы.
32. Конкурентные нейронные сети.
33. Механизм внимания в нейронных сетях.
34. Трансформеры: архитектура и применение.
35. Капсульные нейронные сети.
36. Ансамбли нейронных сетей.
37. Методы оптимизации гиперпараметров нейронных сетей.
38. Регуляризация в нейронных сетях: L1, L2, Dropout, Batch Normalization.

39. Оценка качества и анализ ошибок нейронных сетей.
40. Перспективные направления развития глубокого обучения.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Тема лабораторной работы	Тема практической работы	Кол-во часов (Лаб / Пр)
1	Теория и математические модели нейронных сетей. Обучение нейронных сетей. Метод градиентного спуска и алгоритм обратного распространения ошибки	Теория и математические модели нейронных сетей. Этапы создания и обучения нейронных сетей	2 / 2
2	Биологические нейроны. Математическая модель нейронной сети. Функции активации и регуляризации. Топологии нейронных сетей	Биологические нейроны. История развития ИНС. Применение нейронных сетей в решении прикладных задач	2 / 2
3	Виды нейронных сетей. Полносвязные нейронные сети	Применение полносвязных нейронных сетей в задачах классификации и регрессии	2 / 2
4	Масштабируемое обучение нейронных сетей. Оценка качества обучения нейронной сети	Ошибки, связанные с характеристиками обучающей выборки. Переобучение. Недообучение. Способы борьбы с переобучением	2 / 2

№	Тема лабораторной работы	Тема практической работы	Кол-во часов (Лаб / Пр)
5	Свёрточные нейронные сети. Слои свёрточных нейронных сетей и их назначение	Применение свёрточных нейронных сетей к обработке изображений	2 / 2
6	Автокодировщики. Применение в задаче удаления шума на изображениях и выявления аномалий	Применение автокодировщиков в задачах обработки изображений и последовательностей	2 / 2
7	Генеративно-состязательные нейронные сети. Преобразование изображения в новое изображение (PicToPic)	Примеры применения GAN. Обсуждение статей	2 / 2
8	Конкурентные НС. Механизм внимания в НС. Трансформеры. Капсульные нейронные сети	Применение механизма внимания и трансформеров	2 / 2
Итого			**16 / 16**

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на практических и лабораторных занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к практическим и лабораторным работам, при подготовке к экзамену и выполнению курсовой работы.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительных информационных ресурсов (доработка конспекта лекции);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости (подготовка к практическим и лабораторным работам);
- выполнение курсовой работы;
- итоговая аттестация по дисциплине (подготовка к экзамену).

При подготовке к лабораторным и практическим работам необходимо:

1. Изучить конспект лекций и методические указания к данной работе (ноутбуки в Google Colab).
2. Ознакомиться с рекомендуемой основной и дополнительной литературой.
3. Выполнить индивидуальное задание.
4. Оформить отчёт в соответствии с требованиями кафедры.
5. Защитить работу, ответив на вопросы преподавателя.

Важным этапом является защита лабораторной (практической) работы. В процессе защиты студент отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся теоретического материала, относящегося к данной работе, и проекта, реализующего её задание, комментирует полученные результаты. При подготовке к защите рекомендуется ознакомиться со списком вопросов по изучаемой теме и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу.

Выполнение курсовой работы. Курсовая работа выполняется в течение семестра. Тематика курсовых работ связана с разработкой, обучением и анализом нейронных сетей различных архитектур для решения прикладных задач. Методические указания по выполнению курсовых работ приведены в документе Л3.5.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ ВРЕМЕНИ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ОПИСАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЙ СТУДЕНТА («СЦЕНАРИЙ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ»)

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины.

Для освоения лекционного материала следует: изучить конспект лекции в тот же день, после лекции: 10–15 минут, повторно прочитать конспект лекции за день перед следующей лекцией: 10–15 минут. Также следует изучить теоретический лекционный материал по рекомендуемому учебнику/учебному пособию: 1 час в неделю.

Следует максимально использовать лекционное время для изучения дисциплины, понимания лекционного материала и написания конспекта лекций. В процессе лекционного занятия студент должен уметь выделять важные моменты и основные положения. При написании конспекта лекций следует придерживаться следующих правил и рекомендаций:

1. При ведении конспекта рекомендуется структурировать материал по разделам, главам, темам. Вести нумерацию формул. Выделять по каждой теме постановку задачи, основные положения, выводы. Кратко записывать те пояснения лектора, которые показались особенно важными. Это позволит при подготовке к сдаче экзамена не запутаться в структуре лекционного материала.
2. Лекционный материал следует записывать в конспект лишь после того, как излагаемый лектором тезис будет вами дослушан до конца и понят.
3. При конспектировании следует отмечать непонятные на данном этапе положения, доказательства и пр.
4. Рекомендуется по каждой теме выразить своё мнение, комментарий, вывод.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: этот вид самостоятельной работы студентов особенно важен в том случае, когда одну и ту же задачу можно решать различными способами, а на лекции изложен только один из них. Кроме того, рабочая программа предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к практическим работам состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций, методических указаний к данной практической работе и дополнительной литературы) и выполнении индивидуального задания. Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчёта. Требования к форме и содержанию отчёта приведены в методических указаниях к практическим работам или определяются преподавателем на первом занятии. Допускаясь к практической работе, каждый студент должен представить преподавателю «заготовку» отчёта, содержащую: оформленный титульный лист, цель работы, задание, проект решения, полученные результаты, выводы.

Подготовка к сдаче экзамена.

Экзамен – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины. Главная задача экзамена состоит в том, чтобы у студента по окончании изучения данной дисциплины сформировались определённое представление об общем содержании дисциплины, определённые теоретические знания и практические навыки, определённый кругозор. Готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объёме с присущей ей строгостью и логичностью, её практической направленностью.

Экзамен даёт возможность преподавателю определить теоретические знания студента и его практические навыки при решении определённых прикладных задач. Оцениваются: понимание и степень усвоения теоретического материала; степень знакомства с основной и дополнительной литературой, а также с современными публикациями; умение применить теорию к практике, решать определённые практические задачи данной предметной области, правильно проводить расчёты и т. д.; знакомство с историей данной науки; логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

Планируйте подготовку к экзамену, учитывая сразу несколько факторов: неоднородность в сложности учебного материала и степени его проработки в ходе обучения, свои индивидуальные способности. Рекомендуется делать перерывы в занятиях через каждые 50–60 минут на 10 минут. После 3–4 часов занятий следует сделать часовой перерыв. Чрезмерное утомление приведёт к снижению тонуса интеллектуальной деятельности. Целесообразно разделять весь рабочий день на три рабочих периода – с утра до обеда, с обеда до ужина и с ужина до сна. Каждый рабочий период дня должен заканчиваться отдыхом не менее 1 часа. Работая в сессионном режиме, студент имеет возможность увеличить время занятий с 10 (как требовалось в семестре) до 12 часов в сутки.

Подготовку к экзамену следует начинать с общего планирования своей деятельности. С определения объёма материала, подлежащего проработке, необходимо внимательно сверить конспекты с программой дисциплины, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях, отсутствующие темы изучить по учебнику. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе – этапе закрепления – полезно чередовать углублённое повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Основная литература, литература для дополнительного чтения и методические указания к практическим (лабораторным) работам указаны в рабочей программе данной дисциплины и доступны посредством ЭБС.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта изучаются и книги по данному предмету. Литературу по дисциплине рекомендуется читать как в бумажном, так и в электронном виде (если отсутствует бумажный аналог). Полезно использовать несколько учебников и пособий по дисциплине. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько вопросов по данной теме. Кроме того, полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чём этот параграф?», «какие новые понятия введены, каков их смысл?», «зачем мне это нужно по специальности?».

Рекомендуется самостоятельно изучать материал, который ещё не прочитан на лекции и не применялся на практическом занятии, тогда занятия будут гораздо понятнее. В течение недели рекомендуется выбрать время (1 час) для работы с литературой.

6. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

6.1. Основная литература

1. Цуканова Н. И. Программирование глубоких нейронных сетей на языке Python: учеб. пособие. – Москва: КУРС, 2021. – 233 с. – ISBN 978-5-907352-73-5.
2. Цуканова Н. И., Дмитриева Т. А. Теория и практика логического программирования на языке Visual Prolog 7: учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 231 с. – ISBN 978-5-9912-0194-0.
3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учеб. пособие. – Москва: КУРС, 2022. – 256 с. – ISBN 978-5-907535-60-2.
4. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учеб. пособие. – Рязань: КУРС, 2023. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3638
5. Цуканова Н. И. Программирование глубоких нейронных сетей на языке Python: учеб. пособие. – Рязань: КУРС, 2023. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3639
6. Цуканова Н. И., Майков К. А. Технология разработки экспертных систем на языке Visual Prolog 7.5: учеб. пособие. – Рязань: КУРС, 2023. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3641
7. Цуканова Н. И. Программирование глубоких нейронных сетей на языке Python: учеб. пособие. – Рязань: КУРС, 2022. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3187
8. Цуканова Н. И., Майков К. А. Технология разработки экспертных систем на языке VISUAL PROLOG 7.5: учеб. пособие. – М.: КУРС, 2017. – 248 с.; прил. – ISBN 978-5-906923-40-0.
9. Цуканова Н. И. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Искусственные нейронные сети и глубокое обучение»: Методические указания. – Рязань, 2022. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3424
10. Цуканова Н. И. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Проектирование экспертных систем»: Методические указания. – Рязань, 2022. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3460
11. Цуканова Н. И. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Основы искусственных нейронных сетей»: Методические указания. – Рязань, 2023. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3873

6.2. Дополнительная литература

1. Цуканова Н. И., Дмитриева Т. А. Нейронные сети и генетические алгоритмы: метод. указ. к лаб. работам 1, 2. – Рязань, 2011. – 32 с.
2. Цуканова Н. И. Онтологическая модель представления и организации знаний: учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 272 с. – ISBN 978-5-9912-0454-5.
3. Цуканова Н. И. Методы оптимизации: метод. указ. к лаб. работам и упражнениям: Методические указания. – Рязань, 2022. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3386
4. Косарев В. С. Нейронные сети в экономике и финансах. – Москва: Дело, 2021. – 118 с. – ISBN 978-5-85006-382-5. – URL: https://www.iprbookshop.ru/124077.html

6.3. Методические разработки

1. Цуканова Н. И. Разработка онтологии предметной области с использованием редактора Protege 4: метод. указ. к лаб. работам 1, 2, 3: Методические указания. – Рязань, 2020. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3478
2. Цуканова Н. И. Функциональное и логическое программирование: Метод. указ. – Рязань, 2003. – 32 с.
3. Цуканова Н. И., Дмитриева Т. А. Системы искусственного интеллекта. Нейронные сети и генетические алгоритмы: метод. указ. к лаб. работам 1, 2: Методические указания. – Рязань, 2020. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2842
4. Цуканова Н. И., Дмитриева Т. А. Логическое программирование на языке Visual Prolog: учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 144 с. – ISBN 978-5-9912-0033-2.
5. Гостин А. М., Ефимов А. И., Овечкин Г. В., Перепелкин Д. А., Хруничев Р. В. Методические указания по выполнению курсовых работ и проектов для студентов, обучающихся по программам подготовки топ-специалистов в сфере искусственного интеллекта: Методические указания. – РИЦ РГРТУ, 2025. – 13 с. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/4135
6. Цуканова Н. И. Системы искусственного интеллекта. Глубокие нейронные сети на Python и Keras: метод. указ. к лаб. работам и практ. занятиям: Методические указания. – Рязань, 2020. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2843
7. Орешков В. И. Методы и модели интеллектуального анализа данных в задачах управления в социальных и экономических системах: диссертация. – Рязань, 2013. – 221 с.
8. Орешков В. И. Интеллектуальный анализ данных: Учебное пособие. – Рязань: РИЦ РГРТУ, 2017. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/911
9. Цуканова Н. И. Нейронные сети и генетические алгоритмы: Методические указания. – Рязань: РИЦ РГРТУ, 2011. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1054
10. Барский А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 176 с. – ISBN 978-5-279-02757-6.

6.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека РГРТУ: https://elib.rsreu.ru/ebs/

6.5. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Наименование	Описание
Python	Свободное ПО
ABC NET	Свободное ПО
Chrome	Свободное ПО
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
STDU Viewer	Свободное ПО
PyCharm Community	Свободное ПО
7Zip-Manager	Свободное ПО
Microsoft SQL Server	Microsoft Imagine: Номер подписки 700102019, бессрочно
Anaconda3	Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями
Google Colab	Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями

Наименование	Описание
PascalABC	Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями
СУБД Microsoft SQL Server 2016	Демо-лицензия
Microsoft Office	Коммерческая лицензия
Protege	Свободное ПО
Gitlab – онлайн-репозиторий проектов, среда автоматизации процессов сборки и развертывания	Свободное ПО

Информационные справочные системы:

1. Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ: http://www.garant.ru
2. Система КонсультантПлюс: http://www.consultant.ru
3. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)