

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана дорожно-транспортного
факультета



/ В.Л.Тюнин /

28 марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Глубокие нейронные сети»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Автомобильные дороги

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Автор программы

А.В. Питолин

И.о. заведующего кафедрой
систем
автоматизированного
проектирования и
информационных систем

П.Ю. Гусев

Руководитель ОПОП

О.А. Волокитина

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

изучение теоретических основ построения и обучения глубоких нейронных сетей, получение практических навыков их применения при решении практических задач обработки информации в информационных системах различного назначения

1.2. Задачи освоения дисциплины

- формирование целостного представления о роли и месте глубоких нейронных сетей в общем цикле интеллектуального анализа многомерных данных;
- изучение математических моделей обучения глубоких искусственных нейронных сетей как методологической основы их функционирования;
- получение практических навыков использования глубоких нейронных сетей при интеллектуальном анализе данных

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Глубокие нейронные сети» относится к дисциплинам части формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Глубокие нейронные сети» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен проводить и организовывать изыскания для разработки проекта, строительства, ремонта и реконструкции транспортных сооружений, мостовых и аэродромных конструкций, анализировать их результаты с использованием современных программно-аппаратных комплексов и информационно-коммуникационных технологий

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать: базовые методы и алгоритмы обработки информации на основе нейросетевого подхода; особенности применения технологий глубокого обучения
	Уметь: оценивать эффективность алгоритмов обучения глубоких нейронных сетей при решении задач интеллектуального анализа данных
	Владеть: навыками использования универсальных и специализированных пакетов прикладных программ при решении задач нейросетевого анализа информации на основе глубоких нейронных сетей

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Глубокие нейронные сети» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации – зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные положения теории искусственных нейронных сетей	Классы задач, решаемых искусственными нейронными сетями. Биологические нейронные сети. Структура и свойства искусственного нейрона. Классификация нейронных сетей и их свойства. Постановка и возможные пути решения задачи обучения нейронных сетей.	12	12	24	48
2	Математические модели формирования настройки и обучения глубоких нейронных сетей.	Однонаправленные многослойные сети персептронного типа. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению. Глубокие сверточные нейронные сети (CNN) и их применение. Рекуррентные нейронные сети. Сеть LSTM и ее применение.	12	12	24	48
3	Особенности решения практических задач интеллектуального анализа данных	Постановка и методы решения задачи распознавания образов (изображений). Форматы изображений и их особенности. Теория распознавания образов. Подходы к распознаванию образов. Каскадное распознавание изображений. Задача автоматической обработки текстов. Задача обработки естественных языков. Составление семантических словарей. Машинное обучение в задаче обработки текстов. Системы автоматической обработки текстов. Глубокое обучение с подкреплением.	12	12	24	48
Итого			36	36	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Изучение программных продуктов, реализующих глубокие нейронные сети.
2. Разработка программных средств проектирования и обучения глубоких нейронных сетей
3. Решение задач распознавания образов на основе глубоких нейронных сетей.
4. Анализ текста с помощью глубоких нейронных сетей.
5. Прогнозирование временных рядов с помощью глубоких нейронных сетей
6. Кластеризация данных с использованием нейронных сетей

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать: базовые методы и алгоритмы обработки информации на основе нейросетевого подхода; особенности применения технологий глубокого обучения	Выполнение, подготовка отчета и защита лабораторных работ, опрос по темам самостоятельного изучения	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: оценивать эффективность алгоритмов обучения глубоких нейронных сетей при решении задач интеллектуального анализа данных	Выполнение, подготовка отчета и защита лабораторных работ, опрос по темам самостоятельного изучения	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками использования универсальных и	Выполнение, подготовка отчета и защита лабораторных работ, опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	специализированных пакетов прикладных программ при решении задач нейросетевого анализа информации на основе глубоких нейронных сетей	по темам самостоятельного изучения	в рабочих программах	в рабочих программах
--	--	------------------------------------	----------------------	----------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать: базовые методы и алгоритмы обработки информации на основе нейросетевого подхода; особенности применения технологий глубокого обучения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: оценивать эффективность алгоритмов обучения глубоких нейронных сетей при решении задач интеллектуального анализа данных	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: навыками использования универсальных и специализированных пакетов прикладных программ при решении задач нейросетевого анализа информации на основе глубоких нейронных сетей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Сколько нейронов необходимо для реализации задачи коммивояжера, где n – число городов?

1) n^2 нейронов;

- 2) $n!$ нейронов;
- 3) $2n$ нейронов;
- 4) n нейронов.

2. Сколько слоев должна иметь нейронная сеть, умеющая выделять выпуклые области?

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 1;
- 4) 4.

3. В фазе сравнения значение приемника 1 устанавливается равным:

- 1) нулю;
- 2) единице.

4. Что называется "эпохой" в алгоритме обучения персептрона?

- 1) **один цикл предъявления всей обучающей выборки;**
- 2) полный цикл настройки персептрона на все обучающие пары;
- 3) процесс настройки персептрона на одну обучающую пару.

5. Если в процессе обучения на вход сети АРТ подавать повторяющиеся последовательности обучающих векторов, то:

- 1) с каждым новым повтором серии обучающих векторов будет происходить более тонкая настройка весовых значений;
- 2) будет происходить циклическое изменение весов;
- 3) **через конечное число обучающих серий процесс обучения стабилизируется.**

6. В каждом слое неокогнитрона выходы из массива комплексных плоскостей поступают на вход

- 1) **массива простых плоскостей следующего слоя;**
- 2) массива комплексных плоскостей этого же слоя;
- 3) массива комплексных плоскостей следующего слоя.

7. Сеть ДАП достигает стабильного состояния, когда:

- 1) целевая функция будет минимизирована;
- 2) только выходы второго слоя нейронов перестают изменяться;
- 3) **выходы первого и второго слоя нейронов перестают изменяться.**

8. Долговременной памятью сети ДАП называется:

- 1) **значение коэффициентов весовой матрицы;**
- 2) процесс стабилизации выходных значений;
- 3) состояние нейронов.

9. Работа блока сброса заключается в:

- 1) сравнении вектора, выработанного блоком сравнения с входным вектором;
- 2) сравнении вектора, выработанного блоком распознавания с входным вектором;
- 3) сбросе неудачных ассоциаций.

10. Сеть ДАП называется конкурирующей, если:

- 1) данному входному вектору можно сопоставить несколько альтернативных ассоциаций;
- 2) у нее существуют весовые соединения между нейронами одного слоя;
- 3) любой нейрон может изменять свое состояние в любой момент времени.

11. Входным слоем сети называется:

- 1) первый слой нейронов;
- 2) слой, служащий для распределения входных сигналов;
- 3) слой, не производящий никаких вычислений.

12. Если размер шага очень мал, то:

- 1) может возникнуть постоянная неустойчивость сети;
- 2) может возникнуть паралич сети;
- 3) процесс сходимости происходит слишком медленно.

13. Метод обучения сети называется локальным, если:

- 1) он предусматривает избежание попадания в локальные минимумы;
- 2) при добавлении нового обучающего вектора не нужно все вычисление производить заново;
- 3) вычисление весовых значений для каждого нейрона производится локально.

14. Значением NET нейрона слоя Гроссберга является:

- 1) максимальное весовое значение, связывающее данный нейрон с нейронами слоя Кохонена;
- 2) минимальное весовое значение, связывающее данный нейрон с нейронами слоя Кохонена;
- 3) весовое значение, связывающее данный нейрон с нейроном-победителем из слоя Кохонена.

15. Персептрон Розенблатта решает задачи:

- 1) классификации входных данных;
- 2) разделяющие множество входов на два непересекающихся класса;
- 3) распознавания объектов;
- 4) в которых множество входов может быть разделено геометрически.

16. При каком алгоритме обучения обучающее множество состоит как из входных, так и из выходных векторов?

- 1) "обучение без учителя";
- 2) **"обучение с учителем".**

17. Комбинирование методов распространения Коши и обратного распространения заключается в:

- 1) применении распределения Коши всякий раз, когда обратное распространение дает плохой результат;
- 2) **для каждого веса изменение вычисляется по обоим алгоритмам, а результат складывается;**
- 3) применении обратного распространения всякий раз, когда распределение Коши дает плохой результат.

18. В каком случае сеть ДАП превращается в сеть Хопфилда?

- 1) если $W = W^{-1}$;
- 2) если $\det W = 1$;
- 3) **если $W = W^T$.**

19. Алгоритм обучения Кохонена является:

- 1) **алгоритмом обучения без учителя;**
- 2) алгоритмом обучения с учителем.

20. Если области связи нейронов имеют постоянный размер во всех слоях, то:

- 1) **может потребоваться большое количество слоев для перекрытия всего входного поля;**
- 2) области связи могут настолько сильно друг друга перекрывать, что многие нейроны выходного слоя будут иметь одинаковую реакцию;
- 3) могут возникнуть "дыры" в перекрытии областями связи, что может привести к "неопознанным" образам.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Чему равно значение погрешности, управляющей процессом уточнения параметров нейронной сети RMLP?

- 1) разности выходных сигналов сети на двух следующих друг за другом итерациях;
- 2) **разности выходного сигнала сети и выходного сигнала динамического объекта.**

2. Какими свойствами обладают нейрокомпьютеры для решения задач распознавания образов?

- 1) использование операций с плавающей точкой;
- 2) **малая разрядность операндов;**
- 3) **использование операций с фиксированной точкой;**
- 4) полная разрядность операндов.

3. В чем заключается принцип элитарности?

- 1) **в выборе наиболее приспособленных хромосом;**
- 2) в мутации наименее приспособленных хромосом.

4. К чему приводит слишком малая популяция хромосом?

- 1) к замедлению поиска глобального минимума;
- 2) **к замыканию в неглубоких локальных минимумах.**

5. Какой вариант алгоритма обучения персептрона обладает наилучшей сходимостью?

- 1) **обучение по всему задатнику;**
- 2) обучение по страницам;
- 3) обучение по отдельным примерам.

6. Когда завершается действие алгоритма обратного распространения?

- 1) когда фактические выходные сигналы совпадут с заданными;
- 2) **когда норма градиента целевой функции упадет ниже априори заданного значения, характеризующего точность процесса обучения.**

7. Для чего используется сеть RTRN?

- 1) **для обработки сигналов в реальном времени;**
- 2) для идентификации динамических объектов.

8. Что является важным свойством сигмоидальной функции?

- 1) скачкообразный характер изменения;
- 2) **дифференцируемость.**

9. Что реализует персептрон в пространстве входных сигналов?

- 1) гиперэллипсоид;
- 2) **гиперплоскость;**
- 3) гиперсферу.

10. В каком режиме функционирует второй слой сети Хемминга?

- 1) в режиме знаковой интерпретации;
- 2) в режиме порядковой интерпретации;
- 3) **в режиме WTA.**

11. Как задана обратная связь в сети Эльмана?

- 1) **выходы нейронов скрытого слоя связаны с входами нейронов этого же слоя;**
- 2) выходы нейронов второго (выходного) слоя связаны с входами нейронов скрытого слоя.

12. Какие пары векторов запоминает двунаправленная ассоциативная память?

- 1) пары двоичных векторов;
- 2) **пары биполярных векторов;**
- 3) пары векторов с действительными значениями компонентов.

13. Каким образом определяется количество классов в методе динамических ядер?

- 1) постепенным наращиванием числа ядер;
- 2) **путем начального задания достаточно большого числа ядер с последующим их слиянием.**

14. В каких случаях целесообразно использовать радиальную сеть?

- 1) **в случае круговой симметрии данных;**
- 2) в случае нерегулярности данных;
- 3) в случае большой размерности пространства данных.

15. Какой слой сети АРТ осуществляет запоминание векторов данных?

- 1) **слой распознавания;**
- 2) слой сравнения.

16. Что считается достоинством сети Хемминга?

- 1) **относительно небольшое количество связей между нейронами;**
- 2) отсутствие двунаправленного распространения сигналов;
- 3) **сеть Хемминга дает лучшие результаты, чем сеть Хопфилда.**

17. Каким образом в квазиньютоновских и партан-методах выбирается начальное направление спуска?

- 1) методом Ньютона;
- 2) случайным образом;
- 3) **по антиградиенту функции оценки.**

18. К чему приводит чрезмерное количество весовых коэффициентов сети?

- 1) **к ухудшению обобщающих свойств сети;**
- 2) к чрезмерно гладкой разделяющей гиперповерхности в пространстве входных сигналов.

19. В чем заключается нормировка входных данных нейронной сети?

- 1) **в отображении входных данных в отрезок $[0, 1]$ или $[-1, 1]$;**
- 2) в делении входных данных на заданную константу.

20. Почему для решения задачи классификации (т.е. разбиения пространства входных сигналов на области) в радиальной сети достаточно иметь два слоя нейронов?

- 1) **радиальный нейрон реализует в пространстве входных сигналов**

гипершар, т.е. выпуклую область. Соответственно, двухслойная радиальная сеть может реализовать произвольную невыпуклую область как линейную суперпозицию гипершаров;

- 2) в силу локальности преобразования, выполняемого радиальным нейроном.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какая методика использует конструктивные алгоритмы?

- 1) поэтапное наращивание сети;**
- 2) ранняя обстановка обучения;
- 3) прореживание связей.

2. Как называются сигналы, если связи между магнитными моментами атомов имеют случайные значения знаков?

- 1) ферромагнетик;
- 2) антиферромагнетик;
- 3) спиновое стекло.**

3. Какое множество не влияет на обучение?

- 1) валидационное;
- 2) тестовое;**
- 3) обучающее.

4. Комплексная оценка финансового состояния фирмы путем сравнения ее показателей с показателями фирм-конкурентов основывается...

- 1) на самообучении;
- 2) на обучении без учителя;**
- 3) на обучении с учителем.

5. С помощью какого множества выбирается оптимальная сложность модели?

- 1) обучающее;
- 2) тестовое;
- 3) валидационное.**

6. Какая из размерностей является информационной?

- 1) размерность Хаусдорфа;**
- 2) размерность Бурстина;
- 3) размерность Реньи.

7. Какой алгоритм был разработан Кравеном и Шавликом?

- 1) NeuroRule;
- 2) TREPAN;**
- 3) Clearning.

8. Как называется нетривиальное извлечение неявной, прежде неизвестной и потенциально полезной информации из больших баз данных?

- 1) разработка данных;**
- 2) открытие знаний;**
- 3) извлечение знаний.**

9. На каком этапе можно использовать максимизацию энтропии входов и выходов?

- 1) на этапе кодирования нечисловых переменных;**
- 2) на этапе предобработки данных;**
- 3) на этапе нейросетевой обработки.**

10. Какая размерность определяется через относительные числа заполнения ячеек?

- 1) размерность Хаусдорфа;**
- 2) размерность Бурстина;**
- 3) размерность Реньи.**

11. К системам искусственного интеллекта можно отнести...

- 1) экспертные системы;**
- 2) нечеткие системы;**
- 3) нечеткие нейронные системы.**

12. Сенсорные нейронные системы обеспечивают...

- 1) поступление зрительной, вкусовой информации в мозг;**
- 2) работу внутренних органов;**
- 3) контроль за работой сердца.**

13. Назовите основные характеристики нейро-вычислений

- 1) параллелизм;**
- 2) коннекционизм;**
- 3) локальность.**

14. В модели Хопфилда все нейроны являются...

- 1) входными;**
- 2) выходными;**
- 3) скрытыми.**

15. От чего зависит дискриминантная функция?

- 1) от линейной комбинации входов;**
- 2) от параллельной комбинации входов и выходов;**
- 3) от параллельной комбинации выходов.**

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Классы задач, решаемых искусственными нейронными сетями.
2. Биологические нейронные сети.
3. Структура и свойства искусственного нейрона.
4. Классификация нейронных сетей и их свойства.
5. Постановка и возможные пути решения задачи обучения нейронных сетей.
6. Однонаправленные многослойные сети персептронного типа.
7. Обучение неглубоких сетей персептронного типа и проблемы при переходе к глубокому обучению.
8. Глубокие сверточные нейронные сети и их применение.
9. Рекуррентные нейронные сети.
10. Сеть LSTM и ее применение.
11. Типовая архитектура нейронных сетей с РБФ, обучение сети с РБФ.
12. Сопоставление возможностей многослойного персептрона и сетей с РБФ.
13. Технологии и примеры использования сетей с РБФ
14. Структура сети Хопфилда, аттракторы, условия сходимости для сети Хопфилда.
15. Ассоциативная память, алгоритм настройки весов сети Хопфилда.
16. Применение нейронных сетей Хопфилда.
17. Принципы конкурентного обучения.
18. Типовая архитектура нейронной сети Кохонена, алгоритм, итеративное обучения сети в режиме самоорганизации.
19. Принцип векторного квантования данных и его применение в задачах обработки информации.
20. Постановка и методы решения задачи распознавания образов (изображений). Форматы изображений и их особенности.
21. Теория распознавания образов.
22. Подходы к распознаванию образов.
23. Каскадное распознавание изображений.
24. Задача автоматической обработки текстов.
25. Задача обработки естественных языков.
26. Составление семантических словарей.
27. Машинное обучение в задаче обработки текстов.
28. Системы автоматической обработки текстов.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит 20 тестовых вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент

набрал менее 10 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 15 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 18 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 19 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные положения теории искусственных нейронных сетей	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
2	Математические модели формирования настройки и обучения глубоких нейронных сетей.	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ
3	Особенности решения практических задач интеллектуального анализа данных	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Комарцова Л.Г. Нейрокомпьютеры : учеб. пособие. - М. : МГТУ, 2004. - 400 с. : ил . - (Информатика в техническом университете). – ISBN

5-7038-2554-7

2. Потапов, А.С. Технологии искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Потапов. - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2010. - 218 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/68201.html>

4. Горожанина, Е. И. Нейронные сети [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Е. И. Горожанина. - Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. - 84 с. - ISBN 2227-8397. URL: <http://www.iprbookshop.ru/75391.html>

5. Искусственный интеллект [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Бессмертный. - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2010. - 132 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/66485.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Программное обеспечение:

Microsoft Visual C++

Microsoft Visual Studio

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

The Register

На сайте публикуются актуальные новости из области компьютерных технологий; информация о программном обеспечении, сетях, безопасности; интересные видео, форумы и др.

Адрес ресурса: <https://www.theregister.co.uk/>

Исходники.ru

На сайте размещается информация по программированию, администрированию и дизайну

Адрес ресурса: <https://forum.sources.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, компьютерный класс,

оснащенный программным обеспечением лабораторных работ

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Глубокие нейронные сети» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

11 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	-------------------------------	--