

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

2023 г.



Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине  
(Оценочные средства по дисциплине)

**Нейронные сети - I**

по направлению подготовки

**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Big Data and Data Science**



ОС составил(и):

канд физ.-мат. наук, доцент,  
доцент кафедры теоретических основ информатики



О.Е. Бакланова

Рецензент:

канд. техн. наук,  
доцент кафедры теоретических основ информатики

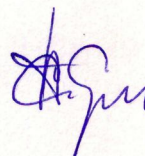


О.В. Марухина

Оценочные средства одобрены на заседании учебно-методической комиссии  
института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН).

Протокол от 08.06.2023 г. № 2

Председатель УМК ИПМКН,  
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

**Оценочные средства (ОС)** являются элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины.

### 1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
			Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	ИУК-1.1 Выявляет проблемную ситуацию, на основе системного подхода осуществляет её многофакторный анализ и диагностику.	ОР-1.1.1. Обучающийся сможет: - находить и использовать источники получения дополнительной информации для повышения уровня общих и профессиональных знаний; - подбирать и обрабатывать информацию относительно выбранной темы исследования; правильно цитировать и делать ссылки на используемые источники в письменных работах; - уметь применять естественнонаучные и математические знания для применения технологии нейронных сетей в области научных и инженерных задач.	90-100 баллов	70-89 баллов	50-69 баллов	0-49 баллов
	ИУК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.					
	ИУК-1.3 Предлагает и обосновывает стратегию действий с учетом ограничений, рисков и возможных последствий.					

<p>ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ИОПК-3.3 Разрабатывает и анализирует новые математические модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики</p>	<p>ОР-3.3.1. - уметь выбрать топологию нейронной сети для решения прикладной задачи. ОР-3.3.2. Обучающийся сможет: - разработать и оформить программный код в соответствии с установленными требованиями; - сформировать обучающий набор данных для машинного обучения нейросетевой модели; - разработать тестовый набор данных для проверки работы созданного программного приложения; - осуществить ускорение процесса машинного обучения для конкретной архитектуры компьютера; - провести компьютерные эксперименты по обучению и тестированию разработанной нейросетевой модели; - адаптировать нейросетевую модель к практическому применению на основе проведенных компьютерных экспериментов; - осуществить сопоставление полученных результатов с известными отечественными и зарубежными аналогами.</p>	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.</p>	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.</p>	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки</p>	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий.</p>
<p>ПК-6. Способен управлять получением, хранением, передачей, обработкой больших</p>	<p>ИПК-6.1 Осуществляет мониторинг и оценку производительности обработки больших данных</p>	<p>ОР-6.1.1 Обучающийся будет: - Знать принципы планирования и организации аналитических работ с</p>				

данных	ИПК-6.2 Использует методы и инструменты получения, хранения, передачи, обработки больших данных	использованием технологий нейронных сетей ОР-6.1.2 Обучающийся сможет: - Проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий нейронных сетей в соответствии с требованиями заказчика				
	ИПК-6.3 Разрабатывает предложения по повышению производительности обработки больших данных	ОР-6.2.1 Обучающийся сможет: - Подготавливать данные для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами нейронных сетей ОР-6.2.2. Обучающийся сможет: - уметь разрабатывать алгоритмы нейросетевой обработки больших данных. ОР-6.3.1 Обучающийся сможет: - Проводить процедуры выявления, формирования и согласования требований к результатам аналитических работ с применением технологий нейронных сетей				

## 2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1.	<p>Разделы</p> <p>1. Введение в нейронные сети</p> <p>2. Линейная алгебра для нейронных сетей</p> <p>3. Теория вероятностей и теория информации для нейронных сетей.</p> <p>4. Численные методы для нейронных сетей.</p> <p>5. Основы машинного обучения для нейронных сетей.</p> <p>Выполнение лабораторной работы №1. «Решение задач по проектированию нейронных сетей».</p>	РД 1 Студент будет уметь применять естественнонаучные и математические знания для с применением технологий нейронных сетей в области научных и инженерных задач.	Опрос на занятиях, разбор задач, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 1.
2.	<p>6. Нейронные сети прямого распространения.</p> <p>7. Регуляризация для нейронных сетей.</p> <p>Выполнение лабораторной работы №2. «Проектирование полносвязной нейронной сети для многоклассового классификатора»</p>	РД 2 Студент будет иметь способность разрабатывать средства реализации с применением технологий нейронных сетей	Опрос на занятиях, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 2.

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

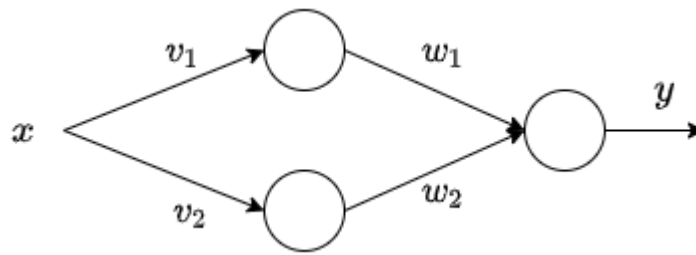
3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

### Лабораторная работа №1 «Решение задач по проектированию нейронных сетей».

**Цель работы** – выполнить проектирование многослойной нейронной сети с использованием стохастического градиентного спуска с заданной скоростью обучения и функцией активации. Необходимо провести итерацию обучения сети с заданной функцией потерь и рассчитать значение синаптического коэффициента после его подстройки; выполнить проектирование нейронной сети со стохастическими нейронами, выход каждого стохастического нейрона – это дискретная случайная величина, описываемая распределением, необходимо найти математическое ожидание выхода сети при подаче на вход заданного значения.

#### Задача №1

Многослойная нейронная сеть, схема которой изображена на рисунке, обучается с использованием стохастического градиентного спуска с параметром скорости обучения  $\alpha = 0.1$ .



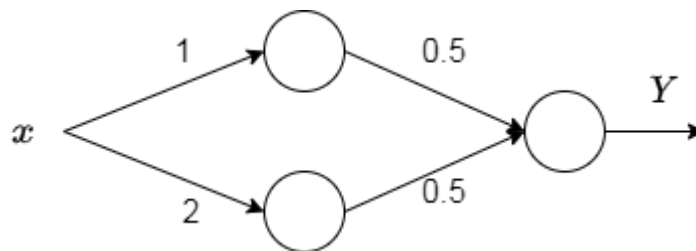
Активационная характеристика выходного нейрона линейная, активационные характеристики остальных нейронов имеют вид:

$$f(h) = \begin{cases} h, & h \geq 0, \\ 0, & h < 0. \end{cases}$$

На текущей итерации обучения  $\tau$  синаптические коэффициенты всех нейронов сети равны 0.5, смещения всех нейронов нулевые. На вход сети подается обучающий пример  $x = 2$ , которому соответствует желаемое значение выхода  $\sigma = -1$ . Проведите одну итерацию обучения сети с квадратичной функцией потерь  $L(v_1) = \frac{1}{2}(\sigma - y)^2$  и рассчитайте значение синаптического коэффициента  $v_1$  после его подстройки.

### Задача №2

На вход нейронной сети со стохастическими нейронами (схема и синаптические коэффициенты сети изображены на рисунке, смещения всех нейронов сети нулевые), подается некоторое неслучайное число  $x$ .



Выход каждого стохастического нейрона – это дискретная случайная величина, описываемая распределением

$$P[Y = -1] = 1 - p(h),$$

$$P[Y = 1] = p(h).$$

где  $Y$  – выход нейрона,  $h$  – потенциал (активация) нейрона.

Найдите математическое ожидание выхода сети при подаче на ее вход значения  $x = 0.5$ , если

$$p(h) = \begin{cases} 0, & h \leq -1, \\ 0.5(h+1), & -1 < h \leq 1, \\ 1, & h > 1. \end{cases}$$

### Лабораторная работа №2 «Проектирование полносвязной нейронной сети для многоклассового классификатора»

**Цель работы** – написать программу на языках Python и R, выполняющую построение и обучение полносвязных нейронных сетей прямого распространения, решающую задачи многоклассовой классификации (выборки получены от преподавателя), требуется подобрать безизбыточную архитектуру сети, работающей с допустимым

уровнем ошибки и визуализировать процесс обучения моделей. Результаты работы привести в отчете.

### Темы опросов на занятиях:

Связаны с материалом предыдущих лекций, а также личным опытом студентов. Студенты могут предлагать варианты решений поставленной преподавателем задачи, а также инструменты решения.

Примеры вопросов:

1. Какая нейросетевая модель из перечисленных в лучшей степени подходит для прогнозирования временных последовательностей?

a) Single-Layer Perceptron	b) CNN
c) LSTM	d) Multi-layer Perceptron

2. Как называется несколько примеров из обучающей выборки, использующихся для одномоментного расчета градиента и весов сети?

3. Почему модели на сверточных нейронных сетях показывают наилучшие показатели по классификации объектов на изображениях по сравнению с другими моделями?

a) Они в высокой степени оптимизированы для обработки векторов с числовыми, а не категориальными признаками	b) Они обладают широким набором инструментов преобразования признакового пространства, которые может варьировать разработчик в модели
c) Они учитывают корреляцию смежных компонент вектора	d) Они используют существенно большее число настраиваемых параметров, по сравнению с другими моделями

3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине. Вопросы для зачета с оценкой:

1. Какие исторические тенденции в нейронных сетях. К чему приводит увеличение набора данных в нейронных сетях? К чему приводит увеличение размера моделей в нейронных сетях? Как можно повысить точность предсказания в нейронных сетях?

2. Опишите какие методы линейной алгебры используются при проектировании нейронных сетей?

3. В чем сущность метода главных компонент?

4. Опишите какие методы теории вероятностей и теории информации используются при проектировании нейронных сетей?

5. В чем заключается Цепное правило? Как оно используется при проектировании нейронных сетей?

6. Какие часто встречающиеся распределения вероятности Вы знаете?

7. Распределение Бернулли.

8. Категориальное распределение.

9. Нормальное распределение.

10. Экспоненциальное распределение и распределение Лапласа.

11. Распределение Дириха и эмпирическое распределение.

12. В чем заключается Правило Байеса?



13. Какие структурные вероятностные модели Вы знаете? Как они используются при проектировании нейронных сетей?
14. Какие численные методы применяются при проектировании нейронных сетей?
15. Приведите схему оптимизации градиентным методом.
16. В чем сущность линейного метода наименьших квадратов? Как он применяется при проектировании нейронных сетей?
17. Какие алгоритмы машинного обучения Вы знаете?
18. Что такое Задача Т? Какие типичные задачи машинного обучения?
19. Как измеряется мера качества Р?
20. В чем заключается опыт Е? Приведите примеры.
21. Приведите пример работы алгоритма линейной регрессии при проектировании нейронных сетей
22. Что такое переобучение в машинном обучении? Как с ним бороться?
23. Что такое недообучение в машинном обучении? Как с ним бороться?
24. В чем суть теоремы об отсутствии бесплатных завтраков?
25. Что такое регуляризация в машинном обучении? Как можно выполнить регуляризацию?
26. Какие настройки машинного обучения называются гиперпараметрами? Как их можно задавать с помощью дополнительных данных?
27. В чем суть перекрестной проверки? Для чего она используется?
28. Опишите как выполнить поиск компромисса между смещением и дисперсией для минимизации среднеквадратической ошибки.
29. В чем заключается принцип максимального правдоподобия?
30. Перечислите свойства максимального правдоподобия.
31. Приведите пример линейной регрессии и максимального правдоподобия
32. В чем заключается байесовский подход к статистике?
33. Приведите пример байесовской линейной регрессии.
34. Как вычислить оценку апостериорного максимума (MAP)
35. В чем сущность вероятностного обучения с учителем?
36. В чем сущность метода опорных векторов?
37. Какие алгоритмы обучения без учителя Вы знаете?
38. В чем заключатся метод главных компонент?
39. Как выполняется кластеризация методом k средних?
40. В чем заключается стохастический градиентный спуск?
41. Построение алгоритма машинного обучения. Проклятие размерности.
42. Как выполнить регуляризацию для достижения локального постоянства и гладкости.
43. В чем сущность обучения многообразий.
44. Пример: обучение XOR.
45. Обучение градиентными методами. Функции стоимости. Выходные блоки.
46. Скрытые блоки. Блоки линейной ректификации и их обобщения. Логистическая сигмоида и гиперболический тангенс. Другие скрытые блоки.
47. Проектирование архитектуры. Свойства универсальной аппроксимации и глубина. Другие архитектурные подходы.
48. Обратное распространение и другие алгоритмы дифференцирования. Графы вычислений. Правило дифференцирования сложной функции.
49. Рекурсивное применение правила дифференцирования сложной функции для получения алгоритма обратного распространения.
50. Вычисление обратного распространения в полносвязном МСП. Символьно-символьные производные.
51. Общий алгоритм обратного распространения. Пример: применение обратного распространения к обучению МСП. Осложнения.

52. Дифференцирование за пределами сообщества глубокого обучения. Производные высшего порядка.
53. Штрафы по норме параметров. Регуляризация параметров по норме L2. L1-регуляризация.
54. Штраф по норме как оптимизация с ограничениями.
55. Регуляризация и недоопределенные задачи.
56. Пополнение набора данных.
57. Робастность относительно шума. Привнесение шума в выходные метки.
58. Обучение с частичным привлечением учителя.
59. Многозадачное обучение.
60. Ранняя остановка.
61. Связывание и разделение параметров. Сверточные нейронные сети.
62. Разреженные представления.
63. Баггинг и другие ансамблевые методы.
64. Прореживание.
65. Состязательное обучение.
66. Тангенциальное расстояние, алгоритм распространения по касательной и классификатор по касательной к многообразию.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения**

4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, решения задач, выполнения лабораторных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Результаты зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Итоговая оценка знаний обучающего по дисциплине осуществляется по 100 - балльной системе и включает:

- 60% результата, полученного на зачете;
- 40% результатов текущей успеваемости.

Формула подсчета итоговой оценки:

$$И = 0,4 \frac{P_1 + P_2}{2} + 0,6 Z \quad (1)$$

где, P1, P2 – цифровые эквиваленты оценок первой и второй контрольной точки соответственно; Z – цифровой эквивалент оценки на зачете.

Набранные при текущем контроле баллы учитываются при проведении промежуточной аттестации. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» ставятся при набранном количестве баллов: 90-100, 70-89, 50-69 и 0-49 соответственно.