

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

« 16 » мая 2022 г.



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

**Нейронные сети - II**

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 12.05.2022 г. № 4

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.	Разделы 1. Оптимизация в обучении нейронных сетей Выполнение лабораторной работы №1. «Построение нейросетевого регрессора»	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, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 1.
2	2. Сверточные сети. Выполнение лабораторной работы №2. «Проектирование сверточной нейронной сети»	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.	3. Моделирование последовательностей: рекуррентные и рекурсивные сети. Выполнение лабораторной работы №3. «Проектирование рекуррентной нейронной сети»	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 № 3.
	4. Практическая методология. 5. Приложения. Лабораторная работа №4. «Исследование архитектур и оптимизаторов нейронной сети – классификатора для повышения её эффективной работы»	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 № 4

## 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 «Построение нейросетевого регрессора»

**Цель работы** – написать программу на языках Python и R, выполняющую построение и обучение нейронных сетей прямого распространения, решающих задачу регрессии (выборки получены от преподавателя), требуется подобрать безизбыточную архитектуру сети, работающей с допустимым уровнем ошибки и визуализировать процесс обучения моделей. Результаты работы привести в отчете.

### Лабораторная работа №2 «Проектирование сверточной нейронной сети»

**Цель работы** – написать программу на языках Python и R, выполняющую построение и обучение классификатора изображений с помощью сверточных нейронных сетей (выборки получены от преподавателя), требуется подобрать безизбыточную архитектуру сети, работающей с допустимым уровнем ошибки и визуализировать процесс обучения моделей. Результаты работы привести в отчете.

### **Лабораторная работа №3 «Проектирование рекуррентной нейронной сети»**

**Цель работы** – написать программу на языке Python, выполняющую построение и обучение модели прогнозирования будущих значений на основе данных временной последовательности (выборка получена от преподавателя), требуется подобрать архитектуру рекуррентной нейронной сети, работающей с допустимым уровнем ошибки и визуализировать процесс обучения моделей и привести метрики качества. Результаты работы привести в отчете.

**Лабораторная работа №4 «Исследование архитектур и оптимизаторов нейронной сети – классификатора для повышения её эффективной работы»**

**Цель работы** – исследовать на языках Python и R методы настройки параметров и гиперпараметров нейронных сетей с помощью разных оптимизаторов, перебора архитектур для решения задач многоклассовой, бинарной классификации, а также регрессии для выборок, предоставленных преподавателем. Результаты работы привести в отчете.

#### 3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1. Оптимизация в обучении нейронных сетей. Чем обучение отличается от чистой оптимизации. Минимизация эмпирического риска. Суррогатные функции потерь и ранняя остановка. Пакетные и мини-пакетные алгоритмы.
2. Проблемы оптимизации нейронных сетей. Плохая обусловленность. Локальные минимумы. Плато, седловые точки и другие плоские участки. Утесы и резко растущие градиенты. Долгосрочные зависимости. Неточные градиенты. Плохое соответствие между локальной и глобальной структурами. Теоретические пределы оптимизации.
3. Основные алгоритмы. Стохастический градиентный спуск. Импульсный метод. Метод Нестерова.
4. Стратегии инициализации параметров.
5. Алгоритмы с адаптивной скоростью обучения. AdaGrad. RMSProp. Adam. Выбор правильного алгоритма оптимизации.
6. Приближенные методы второго порядка. Метод Ньютона. Метод сопряженных градиентов. Алгоритм BFGS.
7. Стратегии оптимизации и метаалгоритмы. Пакетная нормировка. Покоординатный спуск. Усреднение Поляка. Предобучение с учителем. Проектирование моделей с учетом простоты оптимизации. Методы продолжения и обучение по плану.
8. Сверточные сети. Операция свертки. Мотивация. Пулинг.
9. Свертка и пулинг как бесконечно сильное априорное распределение. Варианты базовой функции свертки.
10. Структурированный выход. Типы данных.
11. Эффективные алгоритмы свертки. Случайные признаки и признаки, обученные без учителя.
12. Нейробиологические основания сверточных сетей. Сверточные сети и история глубокого обучения.
13. Моделирование последовательностей: рекуррентные и рекурсивные сети. Развертка графа вычислений.

14. Рекуррентные нейронные сети. Форсирование учителя и сети с рекурсией на выходе. Вычисление градиента в рекуррентной нейронной сети. Рекуррентные сети как ориентированные графические модели. Моделирование контекстно-обусловленных последовательностей с помощью РНС.
15. Двухнаправленные РНС.
16. Архитектуры кодировщик-декодер или последовательность в последовательность.
17. Глубокие рекуррентные сети.
18. Рекурсивные нейронные сети.
19. Проблема долгосрочных зависимостей.
20. Нейронные эхо-сети.
21. Блоки с утечками и другие стратегии нескольких временных масштабов. Добавление прямых связей сквозь время. Блоки с утечкой и спектр разных временных масштабов. Удаление связей.
22. Долгая краткосрочная память и другие вентильные РНС. Долгая краткосрочная память. Другие вентильные РНС.
23. Оптимизация в контексте долгосрочных зависимостей. Отсечение градиентов. Регуляризация с целью подталкивания информационного потока.
24. Явная память.
25. Практическая методология. Показатели качества.
26. Выбор базовой модели по умолчанию.
27. Надо ли собирать дополнительные данные?
28. Выбор гиперпараметров. Ручная настройка гиперпараметров. Алгоритмы автоматической оптимизации гиперпараметров. Поиск на сетке. Случайный поиск. Оптимизация гиперпараметров на основе модели.
29. Стратегии отладки.
30. Пример: распознавание нескольких цифр.
31. Приложения. Крупномасштабное обучение для нейронных сетей. Реализации на быстрых CPU. Реализации на GPU. Крупномасштабные распределенные реализации. Сжатие модели. Динамическая структура. Специализированные аппаратные реализации нейронных сетей.
32. Компьютерное зрение. Предобработка.
33. Распознавание речи. Обработка естественных языков. N-граммы. Нейронные языковые модели. Многомерные выходы. Комбинирование нейронных языковых моделей с n-граммами. Нейронный машинный перевод. Историческая справка.
34. Другие приложения. Рекомендательные системы. Представление знаний, рассуждения и ответы на вопросы.

#### **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, 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.