

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
« 14 » _____ 2023 г.



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

Нейронные сети

по направлению подготовки

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) подготовки:

Искусственный интеллект и разработка программных продуктов

ОС составил:
канд. техн. наук,
доцент кафедры теоретических основ информатики



С.В. Аксёнов

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 18.05. 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 их формирования.

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

1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины «Нейронные сети»

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов	Критерии оценивания результатов обучения			
			Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
ОПК-2. Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной.	ИОПК-2.1. Обладает необходимыми знаниями основных концепций современных вычислительных систем.. ИОПК-2.2. Использует методы высокопроизводительных вычислительных технологий, современного программного обеспечения, в том числе отечественного происхождения. ИОПК-2.3. Использует инструментальные средства высокопроизводительных вычислений в научной и практической деятельности.	ОР-2.1.1 Обучающийся будет: - Знать основы современных технологий глубинного обучения анализа разнородных данных (табличные, изображения, сигналы, последовательности) для построения предиктивных моделей. ОР-2.2.1 Обучающийся будет: - Знать принципы планирования и организации аналитических работ с использованием технологий нейронных сетей ОР-2.3.1 Обучающийся сможет: - Подготавливать данные для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами нейронных сетей	Демонстрация высокого уровня знаний основах современных технологий глубинного обучения, анализа разнородных данных для построения предиктивных моделей, Демонстрация высокого уровня знаний принципы планирования и организации аналитических работ с использованием технологий нейронных сетей Демонстрация высокого уровня умений подготавливать данные для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами нейронных сетей	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знании основ современных технологий глубинного обучения, анализа разнородных данных для построения предиктивных моделей, Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знании принципов планирования и организации аналитических работ с использованием технологий нейронных сетей Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в умении подготавливать данные для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами нейронных сетей	Частично освоенное знание основ современных технологий глубинного обучения, анализа разнородных данных для построения предиктивных моделей. Частично освоенное знание принципов планирования и организации аналитических работ с использованием технологий нейронных сетей Частично освоенное умение подготавливать данные для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами нейронных сетей	Отсутствие знаний основ современных технологий глубинного обучения, анализа разнородных данных для построения предиктивных моделей, Отсутствие знаний принципов планирования и организации аналитических работ с использованием технологий нейронных сетей Отсутствие умений подготавливать данные для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами нейронных сетей

<p>ПК-2. Способен проектировать базы данных, разрабатывать компоненты программных систем, обеспечивающих работу с базами данных, с помощью современных инструментальных средств и технологий.</p>	<p>ИПК-2.2. Готов осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p>	<p>ОР-2.2.2 Обучающийся сможет: - проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий нейронных сетей в соответствии с требованиями заказчика ОР-2.2.3: Обучающийся овладеет методами разработки предложений по повышению производительности обработки больших данных.</p>	<p>Демонстрация высокого уровня умений проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий нейронных сетей в соответствии с требованиями заказчика Демонстрация высокого уровня владений методами разработки предложений по повышению производительности обработки больших данных.</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в умении проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий нейронных сетей в соответствии с требованиями заказчика Сформированные, но содержащие отдельные пробелы владения методами разработки предложений по повышению производительности обработки больших данных.</p>	<p>Частично освоенное умение проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий нейронных сетей в соответствии с требованиями заказчика Частично освоенное владение методами разработки предложений по повышению производительности обработки больших данных.</p>	<p>Отсутствие умений проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий нейронных сетей в соответствии с требованиями заказчика Отсутствие владения методами разработки предложений по повышению производительности обработки больших данных.</p>
---	---	---	---	---	---	---

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.	Раздел 1. Основы нейрокомпьютерных вычислений. Основные положения нейросетевых вычислений. Выполнение лабораторной работы № 1 (Построение нейросетевого регрессора)	ОР-2.1.1, ОР-2.2.1	Опрос на занятиях, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 1.
2.	Раздел 2. Нейронные сети встречного распространения. Настройка архитектуры и алгоритмы настройки нейронных сетей встречного распространения. Выполнение лабораторной работы № 2 (Обучение нейросетевого классификатора)	ОР-2.1.1, ОР-2.2.1 ОР-2.3.1, ОР-2.2.2	Опрос на занятиях, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 2.
3	Раздел 3. Алгоритмы оптимизации в обучении нейросетевых моделей. Оптимизаторы обучения нейронных сетей. Выполнение лабораторной работы № 3 (Исследование архитектуры нейронной сети)	ОР-2.2.2, ОР-2.2.3,	Опрос на занятиях, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 3.
4	Раздел 4. Рекуррентные нейронные сети. Нейронные сети с обратными связями. Выполнение лабораторной работы № 4 (Кластеризация данных SOM)	ОР-2.1.1, ОР-2.2.1 ОР-2.3.1, ОР-2.2.2, ОР-2.2.3	Опрос на занятиях, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 4.
5	Раздел 5 Сверточные нейронные сети. Сверточные нейронные сети и автоэнкодеры. Выполнение лабораторной работы № 5 (Классификатор изображений)	ОР-2.2.1, ОР-2.3.1	Опрос на занятиях, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 5.
6	Раздел 6. Обучение без учителя и обучение с подкреплением в нейросетевых моделях. Нейронные сети, обучающиеся без учителя и с подкреплением. Выполнение лабораторной работы № 6 (Визуализация процесса функционирования нейронной сети)	ОР-2.2.1, ОР-2.2.2, ОР-2.2.3	Опрос на занятиях, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 6.
7	Раздел 7. Визуализация и объяснимость нейронных сетей. Визуализация и объяснимость нейросетевых моделей. Выполнение лабораторной работы № 7 (Исследование рекуррентной нейросети)	ОР-2.2.1, ОР-2.2.2, ОР-2.2.3	Опрос на занятиях, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 7.
8	Раздел 8. Память нейросетевых моделей. Хранение ассоциаций и управление памятью в нейросетевых моделях. Выполнение лабораторной работы № 8 (Генерация музыкальных композиций с помощью рекуррентных моделей).	ОР-2.2.1, ОР-2.2.2, ОР-2.2.3	Опрос на занятиях, подготовка к лабораторным занятиям, публичная защита лабораторной работы № 8.

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
9	Промежуточная аттестация (по результатам выполнения лабораторных работ (min 70%) и презентации индивидуального проекта -2-3 мин/чел.)	ОР-2.3.1 ОР-2.2.2	Публичное представление и защита результатов индивидуального проекта.

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

3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине «Нейронные сети».

1. Построение нейросетевого регрессора

Написать программу на Python, которая обучает нейросетевой регрессор, с помощью библиотек scikit-learn и keras (опционально PyTorch). В качестве выборок возьмите варианты ниже.

Выбрать признаки, использующиеся при обучении, и, если необходимо, выполнить их предобработку. Разделить выборку на обучающую и тестовую. В работе необходимо исследовать работу архитектур и алгоритмов обучения с разными значениями параметров структуры и обучения (гиперпараметров) сетей и выбрать наилучшие значения последних. Написать короткий отчет по работе, включив в него программу с комментариями, значения качества моделей. Выбрать лучшую модель.

Для своего варианта регрессора необходимо посмотреть последнюю цифру номера своей зачетной книжки (или студенческого билета) и выполнить следующие корректировки:

- если последняя цифра 0 или 5: датасет – Лесные пожары (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Forest+Fires>), предсказываемое значение – площадь пожара (Area);
- если последняя цифра 1 или 6: датасет – Качество вина (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Wine+Quality>) предсказываемое значение – качество (Quality), для датасета с красным вином, winequality-red.csv;
- если последняя цифра 2 или 7: датасет – Качество вина (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Wine+Quality>) предсказываемое значение – качество (Quality), для датасета с белым вином, winequality-white.csv;
- если последняя цифра 3 или 8: датасет – Аренда велосипедов (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Bike+Sharing+Dataset>), предсказываемое значение – количество аренд велосипедов в сутки (Area), датасет day.csv;
- если последняя цифра 4 или 9: датасет – Аренда велосипедов (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Bike+Sharing+Dataset>), предсказываемое значение – количество аренд велосипедов в час (Area), датасет hour.csv;

2. Обучение нейросетевого классификатора

Написать программу на Python, которая обучает нейросетевой классификатор, с помощью библиотек scikit-learn и keras (опционально PyTorch). В качестве выборок возьмите варианты ниже.

Выбрать признаки, использующиеся при обучении, и, если необходимо, выполнить их предобработку. Разделить выборку на обучающую и тестовую. В работе необходимо исследовать работу архитектур и алгоритмов обучения с разными значениями параметров структуры и обучения (гиперпараметров) сетей и выбрать наилучшие значения последних.

Написать короткий отчет по работе, включив в него программу с комментариями, значения качества моделей. Выбрать лучшую модель.

Выборка для классификатора Coverttype Data Set (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Coverttype>).

Для этого необходимо посмотреть последнюю цифру номера своей зачетной книжки (или студенческого билета) и выполнить следующие корректировки:

Метка класса – Cover_Type. Так как необходимо создать бинарные классификаторы, а возможных классов – 7, то сначала необходимо изменить значение метки Cover_Type.

Для этого необходимо посмотреть последнюю цифру номера своей зачетной книжки (или студенческого билета) и выполнить следующие корректировки: если последняя цифра 0 или 5: метку 0 заменить на класс А, метки 1, 2, 3, 4 заменить на класс В;

если последняя цифра 1 или 6: метку 1 заменить на класс А, метки 0, 2, 3, 4 заменить на класс В;

если последняя цифра 2 или 7: метку 2 заменить на класс А, метки 0, 1, 3, 4 заменить на класс В;

если последняя цифра 3 или 8: метку 3 заменить на класс А, метки 0, 1, 2, 4 заменить на класс В;

если последняя цифра 4 или 9: метку 4 заменить на класс А, метки 0, 1, 2, 3 заменить на класс В.

3. Исследование архитектуры нейронной сети

Для выполнения работы необходимо взять нейронную сеть, полученную на предыдущем задании. Выполнить повторное обучение полученной архитектуры и визуализировать поверхность функции потерь в пространстве двух выбранных весов, а также последовательность изменения этих весовых коэффициентов на каждой итерации обучения. Получить важность весов с помощью исследования чувствительности сети. Исследовать возможности по редукции сети с учетом полученной важности.

Написать короткий отчет по работе, включив в него программу с комментариями, рисунки настройки модели и значения метрик полной и редуцированных архитектур.

4. Кластеризация данных SOM

В качестве обучающих данных рекомендуется взять набор из лабораторной работы 2. Написать программу на языке Python, выполняющую задачу кластеризации данных с использованием самоорганизующихся архитектур SOM, требуется подобрать архитектуру сети (выполнить регуляцию размеров двумерной и трехмерной сети, а также произвести исследование функций близости и их параметров), привести метрики качества модели и визуализировать процесс обучения модели. Результаты работы привести в отчете.

5. Классификатор изображений

Написать программу на Python, которая обучает бинарный классификатор изображений на основе сверточных нейронных сетей.

Для этого нужно подготовить две папки с изображениями, принадлежащими двум классам (изображения можно загрузить из сети Интернет). Разделить выборку на обучающую и тестовую.

Построить набор сверточных нейронных сетей, отличающихся количеством слоев, чередованием слоев, наличием прореживания и обучить их на подготовленном наборе изображений.

Выбрать сеть, позволяющую классифицировать изображения с достаточным качеством, и не обладающую избыточностью.

Написать короткий отчет по работе, включив в него программу с комментариями, графики настройки модели и значения метрик моделей (точность, полнота).

6. Визуализация процесса функционирования нейронной сети

Для выполнения задания взять нейронную сеть, полученную на предыдущем задании.

1. Выполнить визуализацию активаций сверточных слоев (промежуточных активаций) для нескольких объектов разных классов.
 2. Осуществить визуализацию фильтров сверточных слоев сети.
 3. Произвести визуализацию тепловых карт активации классов с помощью метода CAM.
- Написать короткий отчет по работе, включив в него программу с комментариями и результаты визуализации.

7. Исследование рекуррентной нейросети (прогноз температуры)

Написать программу на Python, которая обучает регрессионные модели, предсказывающие температуру на завтрашний день в одном из городов и построенных на наборе данных с помощью трёх алгоритмов: простая рекуррентная нейронная сеть, LSTM (или GRU), и стек LSTM (или стек GRU).

Выбрать признаки, используемые при обучении, и, если необходимо, выполнить их предобработку. Разделить выборку на обучающую и тестовую.

В работе необходимо исследовать работу нейронных сетей, посмотреть возможности настройки сети с прореживанием, определить количество дней до прогнозного дня, для которых достигается наивысшая точность прогнозирования

Написать короткий отчет по работе, включив в него программу с комментариями, графики настройки модели и значения метрик моделей (коэффициент детерминации, среднюю квадратичную и среднюю абсолютную ошибки).

Выбрать наилучшую модель из полученных регрессоров.

Для своего варианта необходимо посмотреть последнюю цифру номера своей зачетной книжки (или студенческого билета) и выбрать свой набор данных:

- если последняя цифра 0 или 5: датасет – Выборка погода Сочи (2010-2019 годы);
- если последняя цифра 1 или 6: датасет – Выборка погода Хабаровск (2010-2019 годы);
- если последняя цифра 2 или 7: датасет – Выборка погода Калининград (2010-2019 годы);
- если последняя цифра 3 или 8: датасет – Выборка погода Якутск (2010-2019 годы);
- если последняя цифра 4 или 9: датасет – Выборка погода Волгоград (2010-2019 годы);

8. Генерация музыкальных композиций с помощью рекуррентных моделей

Подготовить набор временных последовательностей нот не менее 20 музыкальных композиций одного стиля (направления, автора). Обучить набор рекуррентных моделей для исследования этих временных последовательностей и написать генератор мелодий, позволяющий создавать мелодию, похожую на исследуемые.

Написать короткий отчет по работе, включив в него программу с комментариями, графики настройки моделей и значения метрик моделей.

Темы индивидуальных проектов:

Для укрепления изученного материала предусмотрено выполнение индивидуального проекта в рамках часов самостоятельной работы. Проект может быть выполнен как индивидуально, так и в мини-группе (2-3 чел.), при условии, что объем работы также будет увеличен. В конце семестра по каждому проекту представляется мини-презентация о результатах работы.

Тематика индивидуального проекта связана с темой ВКР магистранта. Цель работы – использование методов глубинного обучения в своей научной работе.

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 «Нейронные сети»

Студент выполняет презентацию, а также демонстрирует программный код. Вопросы по результатам могут задавать все студенты группы, не только преподаватель.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения

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

Для оценки текущей успеваемости используется рейтинговая система оценивания:

Таблица – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл с начала семестра	Оцениваемая компетенция
Подготовка к лабораторным занятиям и защита отчета по лабораторной работе	15*4=60	УК-1,ПК-8
Защита индивидуальных проектов	40	УК-1,ПК-8

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценка за экзамен выставляется на основе выполненных лабораторных работ и представления и защиты индивидуального проекта. Применяется рейтинговая система для оценки текущей успеваемости обучающихся.

Таблица – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл с начала семестра	Оцениваемая компетенция
Подготовка к лабораторным занятиям и защита отчета по лабораторной работе	15*4=60	УК-1,ПК-8
Защита индивидуальных проектов	40	УК-1,ПК-8
экзамен		

Пересчет баллов в оценки промежуточной успеваемости

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов	5 (зачтено)
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов	4 (зачтено)
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов	3 (зачтено)
< 60% от максимальной суммы баллов	2 (незачтено)