

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук



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

Нейронные сети

по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки:

Математическое моделирование и информационные системы

ОС составил:

канд. техн. наук,
доцент кафедры теоретических основ информатики

С.В. Аксёнов

Рецензент:

канд. техн. наук, доцент,
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. № 02

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

<p>ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ИОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.</p>	<p>ОР-3.1.1. Обучающийся будет знать процедуры выявления, формирования и согласования требований к результатам аналитических работ с применением технологий нейронных сетей.</p> <p>ОР-3.1.2. Обучающийся будет знать принципы планирования и организации аналитических работ с использованием технологий нейронных сетей.</p> <p>ОР-3.1.3. Обучающийся сможет подготавливать данные для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами нейронных сетей.</p>	<p>Основательно разбирается в основах современных технологий глубинного обучения анализа разнородных данных (табличные, изображения, сигналы, последовательно сти) для построения предиктивных моделей, подготовки бизнес-аналитики, решения задач представления и обработки данных.</p>	<p>Хорошо ориентируется в основах современных технологий глубинного обучения анализа разнородных данных (табличные, изображения, сигналы, последовательности) для построения предиктивных моделей, подготовки бизнес-аналитики, решения задач представления и обработки данных.</p>	<p>Слабо ориентируется в основах современных технологий глубинного обучения анализа разнородных данных (табличные, изображения, сигналы, последовательности) для построения предиктивных моделей, подготовки бизнес-аналитики, решения задач представления и обработки данных.</p>	<p>Не знает основ современных технологий глубинного обучения анализа разнородных данных (табличные, изображения, сигналы, последовательности) для построения предиктивных моделей, подготовки бизнес-аналитики, решения задач представления и обработки данных.</p>
---	---	--	--	---	--	---

	<p>ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p>	<p>ОР-3.2.1. Обучающийся сможет проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий нейронных сетей в соответствии с требованиями заказчика.</p> <p>ОР-3.2.2. Обучающийся сумеет проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий нейронных сетей в соответствии с требованиями заказчика.</p> <p>ОР-3.2.3. Обучающийся овладеет методами разработки предложений по повышению производительности обработки больших данных.</p>	<p>На высоком уровне решает практические задачи проектирования приложений, использующих глубинное обучение с помощью современных программных инструментов (языки программирования, библиотеки и фреймворки), использования технологий машинного и глубокого обучения для отображения взаимозависимостей в данных.</p>	<p>Способен с незначительными затруднениями решать практические задачи проектирования приложений, использующих глубинное обучение с помощью современных программных инструментов (языки программирования, библиотеки и фреймворки), использования технологий машинного и глубокого обучения для отображения взаимозависимостей в данных.</p>	<p>С существенными затруднениями решает практические задачи проектирования приложений, использующих глубинное обучение с помощью современных программных инструментов (языки программирования, библиотеки и фреймворки), использования технологий машинного и глубокого обучения для отображения взаимозависимостей в данных.</p>	<p>Не умеет использовать при решении практических задач современные программные инструменты (языки программирования, библиотеки и фреймворки) применять технологии машинного и глубокого обучения для отображения взаимозависимостей в 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-3.1.1, ОР-3.1.2	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-3.1.1, ОР-3.1.2, 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, ОР-3.2.3	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-3.1.1, ОР-3.1.2, ОР-2.3.1, ОР-2.2.2, ОР-3.2.2	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-3.1.2, 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-3.1.2, ОР-2.2.2, ОР-3.2.2	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-3.1.2, ОР-2.2.2, ОР-3.2.2, ОР-2.2.4	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	ОР-3.1.2, ОР-2.2.2, ОР-3.2.2, ОР-2.2.4	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.)
	композиций с помощью рекуррентных моделей).		
9	Промежуточная аттестация (по результатам выполнения лабораторных работ (min 70%) и презентации индивидуального проекта -2-3 мин/чел.)	ОР-3.1.3, ОР-3.2.1	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, используемые 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, используемые 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 Covertype Data Set (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Covertype>).

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 признаков 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
$\geq 90\%$ 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)