

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Факультет компьютерных наук и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Миронов С. В.



«15» июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины
Нейронные сети**

Специальность
10.05.01 Компьютерная безопасность

Специализация
Математические методы защиты информации

Квалификация выпускника
Специалист по защите информации

Форма обучения
Очная

Саратов,
2023

| Статус | ФИО | Подпись | Дата |
|--------------------------------|------------------|-------------------|---------------|
| Преподаватель-разработчик | Слеповичев И. И. | <i>Слеповичев</i> | 15.06.2023 г. |
| Председатель НМК | Кондратова Ю. Н. | <i>Кондратова</i> | 15.06.2023 г. |
| Заведующий кафедрой | Абросимов М. Б. | <i>Абросимов</i> | 15.06.2023 г. |
| Специалист Учебного управления | | | |

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Нейронные сети» являются формирование навыков и умений создания студентами математических моделей процессов и явлений с использованием нейронных сетей для интеллектуальной обработки данных; знакомство с моделями управления на базе систем, использующих нейронные сети; изучение методов формализации процессов и явлений в понятийном аппарате нейроматематики.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (Модули)» ООП, является дисциплиной по выбору и направлена на формирование у обучающихся профессиональных компетенций.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов», «Информационные технологии и программирование». Обучающийся должен уметь строить формальные описания реальных процессов и явлений на языке математической логики в виде предикатных правил вывода, владеть основными операциями векторной и матричной алгебры.

3. Результаты обучения по дисциплине

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции | Результаты обучения |
|---|---|--|
| ПК-1. Способен применять методы научных исследований в профессиональной деятельности, в том числе в работе над междисциплинарными и инновационными проектами. | ПК-1.1. Владеет методами построения научной работы, современными методами сбора и анализа полученного материала, способами аргументации; навыками научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках. ПК-1.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой. | Знать термины и определения предметной области, средства и сервисы для визуализации и публикации результатов (Сервис GoogleColab, библиотека matplotlib, язык разметки и подготовки публикаций LaTeX) Уметь создавать презентации, создавать интерактивные мультимедийные презентации с результатами своих работ Владеть языком программирования Python, средством создания интерактивных блокнотов JupyterNotebook, умеет размещать документы на сервисах GoogleDisk, GoogleDocs, GoogleColab |
| ПК-2. Способен к | ПК-2.1. Знает | Знать языки программирования, |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции | Результаты обучения |
|---|---|--|
| самостоятельному построению алгоритмов, проведению их анализа и реализации в современных программных комплексах. | <p>современные методы разработки, реализации, анализа и оптимизации алгоритмов.</p> <p>ПК-2.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы в современных программных комплексах.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками разработки, анализа и реализации алгоритмов.</p> | <p>среды разработки, пакеты прикладных программ и сетевые сервисы для создания решений интеллектуального анализа данных (WolframLanguage, WolframCloud, C#, .NET, Python, NumPy, SciPy, Pandas, JupyterNotebooks, GoogleColab, Tensorflow, PyTorch)</p> <p>Уметь применять в профессиональной деятельности языки программирования, пакеты прикладных программ, сетевые сервисы, платформы машинного обучения для создания решений интеллектуального анализа данных (WolframLanguage, WolframCloud, C#, .NET, Python, NumPy, SciPy, Pandas, JupyterNotebooks, GoogleColab, Tensorflow, PyTorch)</p> <p>Владеть навыками работы в средах разработки прикладных программных средств, навыками использования библиотек функций, платформ машинного обучения для создания моделей интеллектуальной обработки данных (WolframLanguage, WolframCloud, C#, .NET, Python, NumPy, SciPy, Pandas, JupyterNotebooks, GoogleColab, Tensorflow, PyTorch)</p> |
| ПК-3. Способен учитывать современные тенденции развития информатики и вычислительной техники, компьютерных технологий в своей профессиональной деятельности, работать с программными средствами общего и специального назначения. | <p>ПК-3.1. Знает основные методы и подходы информатики и вычислительной техники, компьютерных технологий</p> <p>ПК-3.2. Умеет применять современные методы информатики и вычислительной техники, компьютерных технологий в своей</p> | <p>Знать терминологию предметной области нейроинформатики, методы и средства создания моделей машинного обучения для постановки эксперимента, владеет навыками тестирования и оценки результатов обучение моделей машинного обучения (Google Tensorboard, Jupyter Notebooks, Google Colab, метрики Accuracy, Precision, F1-</p> |

| | | | | | Общая трудоёмкость | Из них – практическая подготовка | | | семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------------------------------------|---|---|-------|-----------|--------------------|----------------------------------|----------|-----------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 7 | | 8 | 9 |
| 1 | Введение в нейронные сети | 9 | 1 | 2 | 2 | 1 | – | 2 | Тест № 1 на 2-й неделе |
| 2 | Основные теоремы нейроинформатики | | 2 | 2 | 2 | 1 | – | 2 | |
| 3 | Основные понятия теории нейронных сетей | | 3-4 | 4 | 4 | 2 | – | 8 | Тест № 2 на 6-й неделе |
| 4 | Постановка и пути решения задачи обучения нейронных сетей | | 5-6 | 4 | 4 | 2 | – | 8 | |
| 5 | Стандартные архитектуры нейронных сетей | | 7-8 | 4 | 4 | 2 | – | 8 | Тест № 3 на 10-й неделе |
| 6 | Градиентные методы обучения нейронных сетей | | 9-10 | 4 | 4 | 2 | 2 | 8 | |
| 7 | Обучение без учителя | | 11-12 | 4 | 4 | 2 | – | 8 | Тест № 3 на 14-й неделе |
| 8 | Ассоциативные запоминающие нейронные сети | | 13-14 | 4 | 4 | 2 | – | 8 | |
| 9 | Методы глобальной оптимизации | | 15–16 | 4 | 4 | 2 | – | 8 | Контрольная работа на 17-й неделе |
| 10 | Нейро-нечеткие системы | | 17-18 | 4 | 4 | 2 | 2 | 8 | |
| Промежуточная аттестация – 36 часов | | | | | | | | | Экзамен |
| ИТОГО – 180 часов | | | | 36 | 36 | 18 | 4 | 68 | – |

Содержание дисциплины

Введение в нейронные сети. История развития нейроинформатики. Математические основы: векторные пространства, матрицы и линейные преобразования векторов.

Основные теоремы нейроинформатики. Теорема Колмогорова. Обобщенная теорема Стоуна (теорема Горбаня).

Основные понятия теории нейронных сетей. Связь нейронов, операторная форма записи функционирования ИНС. Соединение ИНС. Многослойные ИНС. Прямое произведение ИНС.

Постановка и пути решения задачи обучения нейронных сетей. Частичная задача обучения. Классификация алгоритмов обучения. Задача аппроксимации функции в стандартной постановке.

Стандартные архитектуры нейронных сетей. Сеть из одного нейрона. Слоистые архитектуры. Персептрон Розенблатта. Радиальная нейронная сеть.

Градиентные методы обучения нейронных сетей. Методы первого порядка. Эвристические методы обучения. Методы второго порядка.

Обучение без учителя. Принцип «Победитель забирает все» в модели сети Кохонена. Нейронная сеть встречного распространения. Гибридная ИНС.

Ассоциативные запоминающие нейронные сети. Сети с обратными связями. Модель Хопфилда. Правило обучения Хебба в модели Хопфилда. Модификации алгоритмов обучения ИНС Хопфилда. Двухнаправленная ассоциативная память. Применения ИНС Хопфилда в задачах комбинаторной оптимизации.

Методы глобальной оптимизации. Метод рестартов. Эволюционные алгоритмы. Метод имитации отжига металлов.

Нейро-нечеткие системы. Основные понятия нечеткой логики. Нечеткие отношения. Нечеткие числа. Нечеткий вывод. Нейро-нечеткие системы. Обучение нейро-нечетких систем.

План лабораторных занятий

На лабораторных занятиях студенты занимаются построением и тестированием искусственных нейронных сетей.

| № занятия | Тема | Задания для лабораторного практикума |
|------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Введение в нейронные сети | №1 |
| 1 | Основные теоремы нейроинформатики | №2 |
| 2 | Основные понятия теории нейронных сетей | |
| 3 | Постановка и пути решения задачи обучения нейронных сетей | №3 |
| 4 | Стандартные архитектуры нейронных сетей | |
| 5 | Градиентные методы обучения нейронных сетей | |
| 6 | Обучение без учителя | №4 |
| 7 | Ассоциативные запоминающие нейронные сети | №5 |
| 8 | Методы глобальной оптимизации | |

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Предусматривается широкое использование в учебном процессе таких образовательных технологий как интерактивные доклады обучающихся по темам дисциплины, создание прикладных программ и вычислительных моделей нейросетевых архитектур средствами MATLAB, языков программирования высокого уровня их демонстрация и обсуждение с обучающимися. При проведении занятий планируется использование таких активных и интерактивных форм занятий, как промежуточное тестирование, мультимедийные презентации.

В рамках практической подготовки по данной дисциплине используются кейс-задания, выполнение которых направлено на формирование таких профессиональных действий как получение, анализ и подготовка данных для построения обучающих примеров, а также создание и использование программных моделей машинного обучения на языках программирования, в средах разработки, с применением пакетов прикладных программ и сетевых сервисов для создания решений интеллектуального анализа данных. Примеры кейс-заданий приведены в фондах оценочных средства.

Иная контактная работа представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учётом образовательных возможностей обучающихся.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве. При этом основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья, т.е. все студенты обучаются в смешенных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, благодаря чему легче адаптируются в социуме.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

В рамках самостоятельной работы студенты углубленно изучают материал курса по соответствующей тематике недели с использованием научной и учебно-методической литературы, а также решают задания для закрепления пройденного материала.

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя задания для самостоятельной работы, задания для лабораторных занятий, задания для контрольной работы, тесты, контрольные вопросы, тестовые задания,

вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамен). Фонд оценочных средств оформлен в качестве приложения к учебной рабочей программе дисциплины «Нейронные сети».

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1 – Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------|--------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|
| Семестр | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого |
| 9 | 10 | 30 | 0 | 15 | 0 | 15 | 30 | 100 |

Программа оценивания учебной деятельности студента

9 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

Лабораторные занятия

Контроль выполнения лабораторных заданий в течение одного семестра – от 0 до 30 баллов.

Практические занятия

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Наличие корректно составленного отчета по самостоятельной работе оценивается от 0 до 15 баллов;

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа оценивается от 0 до 15 баллов.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация делается на основании выборочного опроса студента по списку вопросов.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за девятый семестр по дисциплине «Нейронные сети» составляет 100 баллов.

Таблица 2 – Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Нейронные сети» в оценку (экзамен):

| | |
|---------------|-----------|
| 86-100 баллов | «отлично» |
| 76-85 баллов | «хорошо» |

| | |
|--------------|------------------------|
| 60-75 баллов | «удовлетворительно» |
| 0-59 баллов | «не удовлетворительно» |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1) Барский, А. Б. Введение в нейронные сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / Барский А. Б. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2020. - 357 с. - Б. ц. URL: <http://www.iprbookshop.ru/16694>. Загл. с экрана. Яз.рус.

2) Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] = Siecineuronowedoprzetwarzaniainformacji / С. Осовский ; пер. с пол. И. Д. Рудинского. - Москва : Финансы и статистика, 2004. - 343, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 330-339 (185 назв.). - ISBN 5-279-02567-4 (Россия). - ISBN 83-7207-187-X (Польша).

3) Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] = Siecineuronowe, algorytmygenetyczne i systemyrozmyte : научное издание / Данута Рутковская, МачейПилиньский, Лешек Рутковский. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2004. - 383, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 379-380 (20 назв.). - ISBN 5-93517-103-1 (рус.) (в пер.). - ISBN 83-01-12304-4 (польск.).

4) Филиппов, Ф.В. Моделирование нейронных сетей глубокого обучения: учебное пособие / Ф.В. Филиппов. – - Санкт-Петербург :СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. - 79 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/180053>.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1) Лицензионное программное обеспечение: VisualStudioCode.

2) Tensorflow.ru [Электронный ресурс]: комплексная платформа по машинному обучению от Google. (дата обращения: 26.09.2021). Яз.англ.

3) Pytorch.org [Электронный ресурс]: платформа по машинному обучению с открытым исходным кодом (дата обращения: 20.11.2021). Яз.англ.

4) <https://colab.research.google.com> [Электронный ресурс]: сервис для написания исполнения кода Python в браузере (дата обращения: 20.11.2021). Яз.англ.

5) Python.org [Электронный ресурс]: официальный сайт языка программирования Python (дата обращения: 20.11.2021). Яз.англ.

6) MachineLearning.ru [Электронный ресурс] : профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Заглавная>_страница. Загл. с экрана. Яз.рус.

7) Основные учебники и рекомендуемые материалы [Электронный ресурс] // Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского [Электронный ресурс] : свободная энциклопедия. URL: <http://www.sgu.ru/structure/computersciences/theorcompsafe/osnovnye-uchebniki-i-rekomenduemye-materialy>. Загл. с экрана. Яз.рус.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий необходима мультимедийная лекционная аудитория.

Для проведения лабораторных занятий необходим компьютерный класс с доступом в сеть Интернет, с установленными средами для разработки на Python, VisualStudioCode.

Реализация практической подготовки в рамках учебных занятий запланирована на базе кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии и учебной лаборатории компьютерной безопасности.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность и специализации «Математические методы защиты информации» (квалификация «Специалист по защите информации»).

Автор

Доцент кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии

И.И. Слеповичев

Программа одобрена на заседании кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии от «15» июня 2023 года, протокол № 14.