

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Кафедра прикладной математики и информатики

Авторы-составители: **Ясницкий Леонид Нахимович**

Рабочая программа дисциплины

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Код УМК 92199

Утверждено
Протокол №9
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Нейронные сети

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.02** Прикладная математика и информатика

направленность Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Нейронные сети** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)

ОПК.2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

Индикаторы

ОПК.2.2 Адаптирует математический метод для решения конкретной прикладной задачи

ОПК.3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности

ПК.5 Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

Индикаторы

ПК.5.1 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ по тематике исследования

ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	2
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	12
Проведение практических занятий, семинаров	36
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (2 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

1. Классические нейронные сети персептронного типа.

Кратко повторяется материал, пройденный студентами на предыдущих курсах: мозг и компьютер, математический нейрон, активационные функции, персептрон Розенблатта, распознающий буквы, алгоритмы обучения персептрона, гиперразмерность и теорема Арнольцца-Колмогорова-Хехт-Нильсена, классы решаемых задач: получение знаний, оптимизация, прогнозирование, управление. Параллельно с повторением материала студентам предлагается делать сообщения о темах их магистерских диссертаций и выполняемой работы на фирмах, обсуждаются возможности применения нейросетевых технологий для решения встречающихся проблем.

2. Общая схема нейросетевого моделирования. Задачи классификации и регрессии.

В качестве повторения пройденного ранее материала разбирается общая схема нейросетевого моделирования, обсуждаются проблемы каждого этапа и способы их преодоления.

Демонстрируются интеллектуальные системы, созданные в Пермской научной школе искусственного интеллекта в ходе выполнения грантов РФФИ:

- Система диагностики и прогнозирования прогрессирования заболеваний сердечно-сосудистой системы,
- Нейросетевая система оценки стоимости жилых объектов и ее использование для извлечения знаний о предметной области,
- Нейросетевая система прогнозирования брака литейных и керамических изделий.
- И др.

Параллельно с демонстрацией уже созданных систем и знакомством с тонкостями их создания и повторением материала студентам предлагается делать сообщения о темах их магистерских диссертаций и выполняемой работы на фирмах, обсуждаются возможности применения нейросетевых технологий для решения встречающихся проблем.

3. Самообучающиеся нейронные сети. Задачи кластеризации.

Обсуждаются способы решения задач кластеризации информации. Разбирается принцип действия нейронной сети Кохонена.

Параллельно с изучением нового материала студентам предлагается делать сообщения о темах их магистерских диссертаций и выполняемой работы на фирмах, обсуждаются попытки применения нейросетевых технологий для решения встречающихся проблем, производится мозговой штурм этих проблем.

4. Глубокие нейронные сети. Задачи компьютерного зрения.

Дается понятие глубоких нейронных сетей. Вспоминается принцип действия персептрона Розенблатта, распознающего буквы, его принципиальный недостаток, преодолеваемый операциями свертки и пулинга. Разбирается принцип действия сверточных нейронных сетей.

Параллельно с изучением нового материала студентами пишутся и защищаются отчеты по применению нейросетевых технологий для решения проблем, встречающихся при выполнении магистерских диссертаций и проблем, встречающихся на их работе. Отчеты оформляются в формате научных статей и/или презентаций.

5. Экзамен

Экзамен состоит из двух частей:

1. Студенты получают билеты с вопросом по теории нейросетевых технологий, пройденной на протяжении всех лет учебы в университете.
2. Защита индивидуальных исследовательских работ, которые могут совпадать с тематикой магистерских диссертаций и/или работы студента на какой-либо фирме.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по математическим направлениям и специальностям/Л. Н. Ясницкий.-М.: Академия, 2008, ISBN 978-5-7695-5390-5.-176.-Библиогр.: с. 170-173
2. Ясницкий Л. Н. Интеллектуальные информационные технологии и системы: учебно-метод. пособие/Л. Н. Ясницкий.-Пермь, 2007, ISBN 5-7944-0997-5.-271.-Библиогр.: с. 260-267
3. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс/С. Хайкин ; [пер. с англ. Н. Н. Куссуль, А. Ю. Шелестова ; под ред. Н. Н. Куссуль].-М.: Вильямс, 2006, ISBN 5-8459-0890-6.-1104.

Дополнительная:

1. Ясницкий Л. Н. Искусственный интеллект: учебное пособие/Л. Н. Ясницкий.-Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014, ISBN 978-5-9963-0234-5.-197.-Библиогр.: с. 195-197
2. Ясницкий Леонид Нахимович Введение в искусственный интеллект: Учеб. пособие по спецкурсу/Леонид Нахимович Ясницкий.-Пермь, 2001, ISBN 5-7944-0229-6.-143.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Нейронные сети** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;

- офисный пакет приложений «LibreOffice», Alt Linux;

Специализированное ПО:

- Пакет для статистической обработки данных R;

- Нейропакет "Нейросимулятор 5.0";

- Нейропакет Statistica (учебная версия);

- Deductor Studio;

- Keras — открытая нейросетевая библиотека.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Нейронные сети**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.2

Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.2.2 Адаптирует математический метод для решения конкретной прикладной задачи	Умение адаптировать нейросетевой метод для решения конкретной прикладной задачи	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не выполнены требования на "Удовлетворительно".</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>С помощью преподавателя адаптирует нейросетевые методы для решения конкретных прикладных задач.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Умеет адаптировать нейросетевые методы для решения конкретных прикладных задач. Но допускает ошибки.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Умеет адаптировать нейросетевые методы для решения конкретных прикладных задач.</p>

ОПК.3

Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности	Умение адаптировать существующую или самостоятельно предложить новую нейросетевую модель для решения конкретных прикладных задач.	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не выполнены требования на "Удовлетворительно".</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Умеет адаптировать существующую нейросетевую модель для решения конкретных прикладных задач.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Умеет самостоятельно адаптировать существующую или предлагать новую нейросетевую модель для решения конкретных прикладных задач. Но допускает ошибки.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Умеет самостоятельно адаптировать существующую или предлагать новую</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> <p>нейросетевую модель для решения конкретных прикладных задач.</p>

ПК.5

Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p>Умение обобщать научные данные, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не выполнены условия на "Удовлетворительно"</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>С помощью преподавателя анализирует исходные данные, результаты вычислительных нейросетевых экспериментов и выполняет их обобщение и интерпретацию.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Умеет самостоятельно анализировать исходные данные, результаты вычислительных нейросетевых экспериментов и выполнять их обобщение и интерпретацию. Но может допускать неточности.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Умеет самостоятельно анализировать исходные данные, результаты вычислительных нейросетевых экспериментов и выполнять их обобщение и интерпретацию.</p>
<p>ПК.5.1 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ по тематике</p>	<p>Знание и владение нейросетевыми методами анализа научных данных, методами и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием информационных технологий.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не выполнены требования на "Удовлетворительно"</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>С помощью преподавателя планирует работу по анализу данных выбранной предметной области и реализует решения конкретных прикладных задач методами нейросетевого моделирования с использованием информационных технологий..</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
исследования		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает нейросетевые методами анализа научных данных. Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок. Умеет самостоятельно реализовывать их с использованием информационных технологий. Но допускает неточности.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает нейросетевые методами анализа научных данных. Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок. Умеет самостоятельно реализовывать их с использованием информационных технологий.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.2 Адаптирует математический метод для решения конкретной прикладной задачи ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности ПК.5.1 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ по тематике исследования ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования	2. Общая схема нейросетевого моделирования. Задачи классификации и регрессии. Защищаемое контрольное мероприятие	1. Знание общей схемы нейросетевого моделирования. 2. Решение задач классификации и регрессии.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.2.2 Адаптирует математический метод для решения конкретной прикладной задачи</p> <p>ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.5.1 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ по тематике исследования</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p>4. Глубокие нейронные сети. Задачи компьютерного зрения.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>1. Знание основных принципов функционирования сверточных нейронных сетей. 2. Умение применять сверточные сети для решения конкретных прикладных задач.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.2.2 Адаптирует математический метод для решения конкретной прикладной задачи</p> <p>ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.5.1 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ по тематике исследования</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p>5. Экзамен</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>1 Знание теоретических основ метода нейросетевого моделирования. 2. Защита индивидуального проекта.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

2. Общая схема нейросетевого моделирования. Задачи классификации и регрессии.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задач классификации, регрессии и распознавания образов: постановка задачи, сбор данных для обучения, проектирование, оптимизация, тестирование, вычислительные эксперименты, обработка и анализ результатов.	30
Знание общей схемы нейросетевого моделирования, умение использовать ее на практике.	10

4. Глубокие нейронные сети. Задачи компьютерного зрения.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Адаптация готовых сверточных нейронных сетей для решения конкретных прикладных задач.	15
Знание принципов построения сверточных нейронных сетей. Ответы на вопросы.	5

5. Экзамен

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Защита индивидуального проекта	25
Научная статья	10
Ответ на теоретический вопрос.	10
Отчет	5