

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Нейронные сети и их приложения Б1.В.ДВ.13

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Маклецов С.В.

Рецензент(ы):

Липачев Е.К.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Авхадиев Ф. Г.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Маклецов С.В. Кафедра теории функций и приближений отделение математики, smaklets@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) 'Нейронные сети и их приложения' являются подготовка студентов в области применения современных методов решения трудно формализуемых задач, требующих больших вычислительных мощностей. Изучение дисциплины направлено на подготовку студентов к решению практических задач обработки данных, математического моделирования, информатики, получение высшего профессионального (на уровне бакалавра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных компьютерных технологий.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.13 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.01 Математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Для изучения и освоения дисциплины нужны первоначальные знания из курсов математического анализа, алгебры, и компьютерных технологий.

Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, могут использоваться при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием и обработкой наборов данных, а также при прохождении практик. Изучается на 3 курсе (6 семестр).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности;

к самостоятельной научно-исследовательской работе;

строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата;

конструировать и обучать нейронные сети различных видов, в том числе типа 'перцептрон', сетей Кохонена, Хопфилда и др. для решения трудно формализуемых прикладных задач.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Общие сведения об искусственных нейронных сетях (ИНС). Задачи, решаемые средствами ИНС.	6		2	0	0	
2.	Тема 2. Типовая модель искусственного нейрона. Однослойный перцептрон.	6		2	4	0	
3.	Тема 3. Методы обучения однослойного перцептрона.	6		3	3	0	
4.	Тема 4. Многослойный перцептрон. Метод обратного распространения ошибки.	6		5	6	0	
5.	Тема 5. Нормализация данных.	6		2	1	0	
6.	Тема 6. Самоорганизующиеся карты (карты Кохонена)	6		4	4	0	
7.	Тема 7. ИНС с ассоциативной памятью.	6		4	4	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
8.	Тема 8. Применение биоинспирированных методов для повышение эффективности работы нейронных сетей.	6		4	4	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
	Итого			26	26	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Общие сведения об искусственных нейронных сетях (ИНС). Задачи, решаемые средствами ИНС.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Дается представление о том, что такое искусственные нейронные сети (ИНС). Описываются биологические принципы работы естественных нейронных сетей и их базовые принципы, лежащие в основу сетей искусственных. Дается обзорное представление о функционировании нейронов человеческого мозга. Рассказывается об архитектурах ИНС (однослойные, многослойные сети прямого распространения; рекуррентные сети).

Тема 2. Типовая модель искусственного нейрона. Однослойный перцептрон.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Определяется модель искусственного нейрона (входы, веса, сумматор, функция активации). Рассматриваются различные типы функций активации и их особенности. Дается представление нейронных сетей с помощью направленных графов. Понятие однослойного перцептрона, как простейшего вида нейронной сети.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Рассматриваются примеры построения нейронов, решающих конкретные элементарные задачи, в частности, моделирующие работу основных логических функций

Тема 3. Методы обучения однослойного перцептрона.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Автоматизация подбора весов в искусственной нейронной сети. Виды алгоритмов обучения искусственных нейронных сетей (обучение с учителем и без учителя). Задачи обучения (ассоциативная память, распознавание образов, аппроксимация функций и др.) Обучение, основанное на коррекции ошибок. Обучение на основе памяти. Обучение Хебба.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Моделируется работа искусственного нейрона с помощью электронных таблиц, а затем в приложении, написанном на одном из языков программирования. Производится моделирование обучения нейрона.

Тема 4. Многослойный перцептрон. Метод обратного распространения ошибки.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Для чего нужен многослойный перцептрон. Задача XOR. Применение метода обратного распространения ошибки для обучения искусственных нейронных сетей типа многослойных перцептронов. Математическая модель алгоритма обратного распространения ошибки.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Решение задачи аппроксимации нелинейной функции с применением многослойного перцептрона.

Тема 5. Нормализация данных.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Работа искусственных нейронных сетей с данным различных порядков. Предварительная обработка данных. Применение нормализации данных к заданному диапазону для повышения качества ИНС (увеличение скорости сходимости, устранение возможных ошибок).

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассмотрение различных способов нормализации данных и моделирование различных вариантов с помощью компьютерных программ.

Тема 6. Самоорганизующиеся карты (карты Кохонена)

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Карты самоорганизации как отдельный вид искусственных нейронных сетей. Общее представление модели самоорганизующихся карт. Процессы конкуренции, кооперации, адаптации.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Применение алгоритма самоорганизующихся карт (Кохонена) для решения задачи кластеризации данных.

Тема 7. ИНС с ассоциативной памятью.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Рекуррентные искусственные нейронные сети. Модель искусственной нейронной сети Хопфилда. ИНС с ассоциативной памятью, как продолжение развития ИНС Хопфилда.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задачи распознавания образа (печатного символа) при помощи создаваемой модели искусственной нейронной сети Хопфилда.

Тема 8. Применение биоинспирированных методов для повышение эффективности работы нейронных сетей.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Биоинспирированные методы - математические методы, идея которых заимствована из биологии. Генетические алгоритмы, как еще один пример биоинспирированных методов. Формирование кодирование решений задачи с помощью хромосом. Формирование начальной популяции. Итерационный процесс получения приближенного решения с помощью алгоритмов эволюционного типа. Применение операторов кроссинговера, мутации и селекции.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задачи подбора весов искусственной нейронной сети средствами генетических алгоритмов.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Общие сведения об искусственных нейронных сетях (ИНС). Задачи, решаемые средствами ИНС.	6		Изучение материала лекций и литературы.		

4	Самостоятельная работа
---	------------------------

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Типовая модель искусственного нейрона. Однослойный перцептрон.	6		Создание компьютерной модели	4	Проверка компьютерной модели
3.	Тема 3. Методы обучения однослойного перцептрона.	6		Создание компьютерной модели	4	Проверка компьютерной модели
5.	Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения					
4.	Многослойный перцептрон. Метод обратного распространения ошибки.	6		Изучение литературы и материалов лекций при выполнении лабораторных работ и проведении контрольных мероприятий (зачетов, промежуточного тестирования).	8	Самостоятельная работа
6.	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов					
5.	Тема 5. Нормализация данных.	6		Создание компьютерной модели	4	Проверка компьютерной модели
Тема 1.	Общие сведения об искусственных нейронных сетях (ИНС). Задачи, решаемые средствами ИНС.					
6.	Самоорганизующиеся карты (карты Кохонена)	6		Создание компьютерной модели	10	Проверка компьютерной модели
Тема 2.	Типовая модель искусственного нейрона. Однослойный перцептрон.					
7.	ИНС с ассоциативной памятью.	6		Создание компьютерной модели	10	Проверка компьютерной модели
Тема 3.	Методы обучения однослойного перцептрона.					
8.	Процесс автоматизированного обучения однослойного перцептрона с помощью электронного компьютера.	6		Создание компьютерной модели.	12	Проверка компьютерной модели
Тема 4.	Многослойный перцептрон. Метод обратного распространения ошибки.					
8.	Эффективность работы нейронных сетей.	6		Создание компьютерной модели	12	Проверка компьютерной модели
Тема 5.	Нормализация данных.					
8.	Проверка компьютерной модели, примерные вопросы:				56	

Создание программы для осуществления нормализации разнопорядковых данных различными методами для их подготовки в самоорганизующихся сетях Кохонена

Тема 6. Самоорганизующиеся карты (карты Кохонена)

Проверка компьютерной модели, примерные вопросы:

Создание приложения, осуществляющего кластеризацию данных на базе самоорганизующихся карт Кохонена

Тема 7. ИНС с ассоциативной памятью.

Проверка компьютерной модели, примерные вопросы:

Построить ИНС Хопфилда для распознавания символов.

Тема 8. Применение биоинспирированных методов для повышение эффективности работы нейронных сетей.

Проверка компьютерной модели, примерные вопросы:

Построить генетический алгоритм для подбора весовых коэффициентов ИНС.

Итоговая форма контроля

зачет (в 6 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1. История создания искусственных нейронных сетей.
2. основополагающие принципы работы искусственных нейронных сетей.
3. Типовая модель искусственного нейрона.
4. Виды искусственных нейронных сетей.
5. Обучение Хебба.
6. Метод обратного распространения ошибки.
7. Эффект переобучения ИНС.
8. Сходимость перцептрона.
9. Решение задач реализации простейших логических функций при помощи искусственного нейрона.
10. Решение задачи реализации логической функции XOR при помощи нейронной сети.
11. Задача аппроксимации функций одной переменной.
12. Нормализация данных как важный этап подготовки данных для обработки в ИНС.
13. Методы нормализации данных.
14. Модификация ИНС для решения задачи аппроксимации функции нескольких переменных.
15. Рекуррентные ИНС и их особенности.
16. Алгоритмы обучения рекуррентных ИНС.
17. Генетические алгоритмы как метод оптимизации параметров ИНС.
18. Самоорганизующиеся карты Кохонена.
19. Метрики, применяемые в самоорганизующихся картах для расчета расстояния между нейронами.
20. Обработка текстовой информации при помощи самоорганизующихся карт Кохонена.

7.1. Основная литература:

1. Осипов, Г.С. Методы искусственного интеллекта / Г. С. Осипов - М.:Физматлит, 2011. - 296 с.: ISBN 978-5-9221-1323-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=544787>
2. Галушкин А.И., Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] / Галушкин А.И. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 496 с. - ISBN 978-5-9912-0082-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200820.html>
3. Сергеев, Н. Е. Системы искусственного интеллекта. Часть 1: Учебное пособие / Сергеев Н.Е. - Таганрог:Южный федеральный университет, 2016. - 118 с.: ISBN 978-5-9275-2113-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=991954>
4. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии: монография / Н.И. Червяков, А.А. Евдокимов, А.И. Галушкин, И.Н. Лавриненко. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 280 с. - ISBN 978-5-9221-1386-1. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5300>

7.2. Дополнительная литература:

1. Рутковская Д., Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Электронный ресурс] / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. ; Пер. с польского И.Д. Рудинского. - 2-е изд., стереотип. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 384 с. - ISBN 978-5-9912-0320-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203203.html>
2. Александрова, Ю.Н. Анализ профессиональной пригодности кандидата на основе нейронных сетей // Интернет-журнал 'Науковедение'. - Вып. 1. - 2014. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=471562>
3. Пантюхин О.В., КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ [Электронный ресурс] // Известия ТулГУ. Технические науки. - Электрон. дан. - 2013. - ♦ 1. - С. 161-165. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/issue/289220>

7.3. Интернет-ресурсы:

NVidia - машинное обучение и искусственный интеллект -

http://www.nvidia.ru/object/machine-learning-ai-nvidia-blog-ru.html?utm_source=yandex&utm_medium=cp

Интерактивный учебник языка Python - <http://pythontutor.ru/>

Интернет-университет "Интуит" - <http://intuit.ru/>

Курс лекций об ИНС - <https://www.intuit.ru/studies/courses/88/88/lecture/20527>

Нейроинформатика. Курс лекций. - <https://www.intuit.ru/studies/courses/2257/141/info>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Нейронные сети и их приложения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

При освоении дисциплины для выполнения лабораторных работ необходимы классы персональных компьютеров с набором базового программного обеспечения разработчика - среды программирования IntellyJ PyCharm, интерпретатор языка Python актуальной версии, доступа к информационным ресурсам сети Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Маклецов С.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Липачев Е.К. _____

"__" _____ 201__ г.