

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Машинное обучение (нейронные сети) Б1.В.ДВ.02.01

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Классические и квантовые методы обработки информации

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Вахитов Г.З., Еникеева З.А.

Рецензент(ы): Еникеев А.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Вахитов Г. З.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Вахитов Г.З. (кафедра технологий программирования, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), GZVahitov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Еникеева З.А. (кафедра технологий программирования, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), ZAEnikееva@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Руководство проектированием программного обеспечения
ПК-4	Выполнение работ и управление работами по созданию, модификации и сопровождению ИС

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

1. Математические основы машинного обучения: методы построения моделей множественной регрессии, задачи оптимизации.
2. Методологию построения нейронных сетей.
3. Метод группового учёта аргументов.

Должен уметь:

1. Программировать искусственные нейронные сети.
2. Программировать алгоритмы метода группового учёта аргументов.
3. Использовать стандартные библиотеки, применяемые в машинном обучении.

Должен владеть:

1. Приёмами оптимизации работы искусственной нейронной сети.
2. Приёмами отбора моделей в методе группового учёта аргументов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

1. В применении машинного обучения в практически ценных задачах.
2. К модификации ныне существующих приёмов машинного обучения с целью улучшения практических результатов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.04 "Прикладная математика (Классические и квантовые методы обработки информации)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие понятия искусственных нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки(backpropagation).	3	9	0	0	9
2.	Тема 2. Модели нейронных сетей для реализации отображений. Нейронные байесовские сети.	3	9	0	0	9
3.	Тема 3. Линейные модели классификации и регрессии. Введение в метод группового учёта аргументов (МГУА). О некоторых критериях селекции моделей в МГУА.	3	9	0	0	9
4.	Тема 4. Комбинаторный алгоритм МГУА (COMBI). Поиск объекта на изображении. Метод Виолы-Джонса	3	9	0	0	9
	Итого		36	0	0	36

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Общие понятия искусственных нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки(backpropagation).

Историческая справка. Аналогии с биологическим нейроном. Однослойный персептрон.

Двухслойный персептрон. Функции активации.

Функционирование сети. Обучение сети. Гетероассоциативная память. Прогнозирование.

Автоассоциативная память. Кластеризация. Число нейронов в скрытых слоях.

Масштабирование данных.

Тема 2. Модели нейронных сетей для реализации отображений. Нейронные байесовские сети.

Общая постановка задачи. Теорема Колмогорова-Арнольда. Работа Хехт-Нильсена.

Следствия из теоремы Колмогорова-Арнольда-Хехт-Нильсена. Использование других моделей нейронных сетей для представления отображений.

Обучения байесовскими методами. Байесовские методы обучения нейронных сетей.

Последовательное обучение нейронных сетей. Выборка по значимости. Приложение к распознаванию речи.

Тема 3. Линейные модели классификации и регрессии. Введение в метод группового учёта аргументов (МГУА). О некоторых критериях селекции моделей в МГУА.

Метод наименьших квадратов. Ковариационная матрица случайных отклонений.

Обобщённый метод наименьших квадратов.

Историческая справка. Основные этапы реализации метода. Использование полиномов Колмогорова-Габора.

Коэффициент детерминации. Проверка модели на наличие автокорреляции.

Проверка модели на наличие гетероскедастичности. Проверка модели на наличие мультиколлинеарности.

Тема 4. Комбинаторный алгоритм МГУА (COMBI). Поиск объекта на изображении. Метод Виолы-Джонса

Комбинаторный алгоритм МГУА (COMBI). Выборка данных. Ряды усложнения частных описаний. Формы частных описаний.

Выбор оптимальных моделей. Дополнительное определение модели по дискриминационному критерию.

Поиск объекта на изображении. Интегральное представление изображения. Признаки Хаара. Бустинг.

Обучение классификатора. Каскадная модель.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ПК-3	1. Общие понятия искусственных нейронных сетей.Алгоритм обратного распространения ошибки(backpropagation). 2. Модели нейронных сетей для реализации отображений. Нейронные байесовские сети.
2	Реферат	ПК-4	3. Линейные модели классификации и регрессии.Введение в метод группового учёта аргументов (МГУА).О некоторых критериях селекции моделей в МГУА. 4. Комбинаторный алгоритм МГУА (COMBI).Поиск объекта на изображении. Метод Виолы-Джонса
3	Компьютерная программа	ПК-4	4. Комбинаторный алгоритм МГУА (COMBI).Поиск объекта на изображении. Метод Виолы-Джонса
	Экзамен	ПК-3, ПК-4	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Использованы надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Использованы надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Использованные источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Использованные источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	2
Компьютерная программа	Высокий уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача полностью решена.	Хороший уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача в основном решена.	Удовлетворительный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача решена частично.	Недостаточный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача не решена.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 3

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 1, 2

Задания.

1. Нормализуйте данные подаваемые на вход двухслойного персептрона задания 2 лабораторной работы ♦4 двумя способами, предложенными в справочном материале.
2. Нормализуйте данные подаваемые на вход трёхслойного персептрона задания 3 лабораторной работы ♦4 двумя способами, предложенными в справочном материале.
3. Примените и регуляризации в пересчёте весов двухслойного персептрона задания 2 лабораторной работы ♦4. Описание предложенных регуляризаций смотрите в справочном материале.
4. Примените и регуляризации в пересчёте весов трёхслойного персептрона задания 3 лабораторной работы ♦4. Описание предложенных регуляризаций смотрите в справочном материале.
5. В построении двухслойного персептрона задания 2 лабораторной работы ♦4 используйте разные функции активации: гиперболический тангенс, ReLu и softplus. Результаты сравните. Оцените, какая функция активации в рассмотренных случаях доставляет наилучших результат.
6. В построении трёхслойного персептрона задания 3 лабораторной работы ♦4 используйте разные функции активации: гиперболический тангенс, ReLu и softplus. Результаты сравните. Оцените, какая функция активации в рассмотренных случаях доставляет наилучших результат.
7. Смоделируйте ситуацию, в которой обучение двухслойного персептрона задания 2 лабораторной работы ♦4 приводит к локальному минимуму целевой функции ошибок. Внесите в программу изменения, предупреждающие ?паралич? работы сети из-за попадания в локальный минимум.
8. Смоделируйте ситуацию, в которой обучение трёхслойного персептрона задания 3 лабораторной работы ♦4 приводит к локальному минимуму целевой функции ошибок. Внесите в программу изменения, предупреждающие ?паралич? работы сети из-за попадания в локальный минимум.
9. Для улучшения сходимости градиентного обучения двухслойного персептрона задания 2 лабораторной работы ♦4 рассмотрите разные варианты значений шага обучения. Представьте величину шага, как функцию, зависящую от номера итерации.

10. Для улучшения сходимости градиентного обучения трёхслойного персептрона задания лабораторной работы ♦4 рассмотрите разные варианты значений шага обучения. Представьте величину шага, как функцию, зависящую от номера итерации.

2. Реферат

Темы 3, 4

Примерные темы рефератов:

1. Следствия из теоремы Колмогорова-Арнольда-Хехт-Нильсена.
2. Примеры использования моделей нейронных сетей для представления отображений.
3. Обучения байесовскими методами.
4. Байесовские методы обучения нейронных сетей.
5. Последовательное обучение нейронных сетей в байесовских методах.
6. Выборка по значимости в байесовской нейросети.
7. Приложение к распознаванию речи байесовской нейросети.
8. Метод наименьших квадратов.
9. Ковариационная матрица случайных отклонений.
10. Обобщённый метод наименьших квадратов.

3. Компьютерная программа

Тема 4

1. Комбинаторный алгоритм МГУА (COMBI). Выборка данных. Ряды усложнения частных описаний. Формы частных описаний.
2. Выбор оптимальных моделей. Дополнительное определение модели по дискриминационному критерию.
3. Поиск объекта на изображении. Интегральное представление изображения. Признаки Хаара. Бустинг.
4. Обучение классификатора. Каскадная модель.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Историческая справка об искусственных нейронных сетях.
2. Аналогии с биологическим нейроном.
3. Однослойный персептрон.
4. Двухслойный персептрон.
5. Функции активации.
6. Функционирование сети.
7. Обучение сети.
8. Гетероассоциативная память.
9. Прогнозирование.
10. Автоассоциативная память.
11. Кластеризация
12. Число нейронов в скрытых слоях
13. Масштабирование данных.
14. Теорема Колмогорова-Арнольда.
15. Работа Хехт-Нильсена.
16. Следствия из теоремы Колмогорова-Арнольда-Хехт-Нильсена.
17. Примеры использования моделей нейронных сетей для представления отображений.
18. Обучения байесовскими методами.
19. Байесовские методы обучения нейронных сетей.
20. Последовательное обучение нейронных сетей в байесовских методах.
21. Выборка по значимости в байесовской нейросети.
22. Приложение к распознаванию речи байесовской нейросети.
23. Метод наименьших квадратов.
24. Ковариационная матрица случайных отклонений.
25. Обобщённый метод наименьших квадратов.
26. Основные этапы реализации МГУА.
27. Использование полиномов Колмогорова-Габора.
28. Коэффициент детерминации.
29. Проверка модели на наличие автокорреляции.
30. Проверка модели на наличие гетероскедастичности.
31. Проверка модели на наличие мультиколлинеарности.
32. Комбинаторный алгоритм МГУА. Выборка данных.
33. Ряды усложнения частных описаний.
34. Формы частных описаний.
35. Выбор оптимальных моделей.
36. Дополнительное определение модели по дискриминационному критерию.

37. Интегральное представление изображения.
38. Признаки Хаара.
39. Бустинг.
40. Обучение классификатора
41. Каскадная модель.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	15
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	2	15
Компьютерная программа	Обучающиеся самостоятельно составляют программу на определённом языке программирования в соответствии с заданием. Программа сдаётся преподавателю в электронном виде. Оценивается реализация алгоритмов на языке программирования, достижение заданного результата.	3	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

Флах П., Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных [Электронный ресурс] / Флах П. - М. : ДМК Пресс, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-97060-273-7 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html>

Вьюгин, В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Вьюгин. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2014. - 304 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56397>

Жданов, А.А. Автономный искусственный интеллект [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Жданов. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 362 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70761>

7.2. Дополнительная литература:

Информационные аналитические системы [Электронный ресурс] : учебник / Т. В. Алексеева, Ю. В. Амириди, В. В. Дик и др.; под ред. В. В. Дика. - М.: МФПУ Синергия, 2013. - 384 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0092-6. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/451186>

Методы искусственного интеллекта / Осипов Г.С. - М.:Физматлит, 2011. - 296 с.: ISBN 978-5-9221-1323-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544787>

Масленникова, О. Е. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. Е. Масленникова, И. В. Гаврилова. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2013. - 282 с. - ISBN 978-5-9765-1602-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/465912>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Coursera - <https://coursera.org>

Stepik - <https://welcome.stepik.org>

Открытое образование - <https://openedu.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекция - это один из самых распространенных способов донесения информации до целевого слушателя. Особенно популярен этот метод изложения материала у преподавателей высших учебных заведений и учителей старших классов общеобразовательных школ. Устный доклад с давних времен используется для одновременного обучения большого количества человек. Правильно выстроенная лекция активизирует мыслительную активность, обеспечивает эмоциональную связь слушателя с оратором, способствует лучшему восприятию материала. Такой стиль обучения эффективен как в преподавании гуманитарных и естественных наук, так и точных дисциплин.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа - один из видов самостоятельной практической работы, проводимой учащимися в высшей школе с целью углубления и закрепления теоретических знаний, развития навыков самостоятельного экспериментирования. Включают подготовку необходимого оборудования, реактивов, составление схемы-плана опыта, его проведение и описание. Широко применяются в процессе преподавания технических дисциплин.
компьютерная программа	В компьютерной программе необходимо реализовать все поставленные задачи, грамотно организовать подачу в программу входных данных, вывод результатов. Код должен быть снабжён комментариями, облегчающими понимание выполняемых действий. Для проверки работы преподавателем необходимо предусмотреть ввод данных с консоли.
контрольная работа	Контрольная работа проводится аудиторно. Во время контрольной работы допускается пользоваться любым вспомогательным материалом, при этом недопустимо нарушение дисциплины. Такая форма контрольной работы предполагает повышенный уровень сложности заданий. Поэтому рекомендуется преподавателю подготовить справочный материал.
реферат	Реферат пишется студентом самостоятельно. Примерные темы для реферата: 1. Обзор современных методов машинного обучения. 2. Применение нейросетевых технологий для обработки данных фондового рынка. 3. Специфика функций активации в многослойных нейронных сетях. 4. Рекуррентные нейронные сети. 5. Применение свёрточных нейронных сетей в распознавании образов.
экзамен	Экзамен - итоговая форма оценки знаний, проводится во время экзаменационной сессии. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Первый вопрос относится к теоретическим разделам дисциплины. Во втором вопросе предлагается решить практическую задачу, в случае необходимости ко второму вопросу билета прилагается справочный материал.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Машинное обучение (нейронные сети)" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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

Освоение дисциплины "Машинное обучение (нейронные сети)" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.04 "Прикладная математика" и магистерской программе Классические и квантовые методы обработки информации .