

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
вычислительной техники


Л.Р. Фионова
« 05 » октября 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.2.5 Машинное обучение

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Магистерская программа Математическое и программное обеспечение вычислительных машин

Квалификация (степень) выпускника Магистр

Форма обучения очная

ПЕНЗА, 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины "Машинное обучение" является формирование и развитие у будущих магистров прикладной математики и информатики профессиональных и специальных компетенций, формирование системы знаний, умений и навыков в области машинного обучения, являющегося основой современных систем искусственного интеллекта.

Задачи изучаемой дисциплины:

- освоение основных методов машинного обучения;
- овладение навыками применения прикладного программного обеспечения для машинного обучения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина "Машинное обучение" относится к дисциплинам вариативной части учебного плана.

Для освоения дисциплины "Машинное обучение" студенты используют знания, умения и навыки, полученные в ходе освоения программы бакалавриата, и дисциплины базовой части учебного плана М1.1.6 "Современные проблемы прикладной математики и информатики".

Изучение дисциплины является базой для дальнейшего освоения студентами дисциплины вариативной части учебного плана М1.2.4 "Нечеткие модели и методы", а также для прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научной работы и государственной итоговой аттестации.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ"

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС-3+ по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ПК-3	способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	Знать: основные виды математических моделей, применяемых в машинном обучении
		Уметь: разрабатывать математические модели машинного обучения
		Владеть: прикладным программным обеспечением машинного обучения
ПСК-1	Способность к формализации и алгоритмизации поставленных задач	Знать: основные алгоритмы машинного обучения
		Уметь: формализовать основные задачи машинного обучения
		Владеть: навыками разработки алгоритмов машинного обучения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ"

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа				Опрос на лабораторных занятиях	Проверка отчетов о выполнении лабораторных работ
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к лекциям	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к экзамену		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	3	1–7	28	14	14	28	14	14			
1.1	Тема 1.1. Основные понятия и примеры прикладных задач	3	1	2	2		2	2				
1.2	Лабораторная работа 1. Отбор признаков и снижение размерности	3	1	2		2	2		2		+	+
1.3	Тема 1.2. Наборы данных для машинного обучения	3	2	2	2		2	2				
1.4	Лабораторная работа 1. Отбор признаков и снижение размерности	3	2	2		2	2		2		+	+
1.5	Тема 1.3. Отбор признаков и снижение размерности	3	3	2	2		2	2				
1.6	Лабораторная работа 2. Байесовские алгоритмы классификации	3	3	2		2	2		2		+	+
1.7	Тема 1.4. Снижение размерности признаков	3	4	2	2		2	2				
1.8	Лабораторная работа 2. Байесовские алгоритмы классификации	3	4	2		2	2		2		+	+
1.9	Тема 1.5. Создание повторных выборок	3	5	2	2		2	2				
1.10	Лабораторная работа 3. Линейная регрессия	3	5	2		2	2		2		+	+
1.11	Тема 1.6. Оценивание и сравнение классификаторов	3	6	2	2		2	2				
1.12	Лабораторная работа 3. Линейная регрессия	3	6	2		2	2		2		+	+
1.13	Тема 1.7. Ансамбли классификаторов	3	7	2	2		2	2				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.14	Лабораторная работа 4. Нелинейная регрессия	3	7	2		2	2		2		+	+
2	РАЗДЕЛ 2. БАЙЕСОВСКИЕ АЛГОРИТМЫ КЛАССИФИКАЦИИ	3	8	4	2	2	4	2	2			
2.1	Тема 2.1. Байесовские алгоритмы классификации	3	8	2	2		2	2				
2.2	Лабораторная работа 4. Нелинейная регрессия	3	8	2		2	2		2		+	+
3	РАЗДЕЛ 3. РЕГРЕССИЯ	3	9–10	8	4	4	8	4	4			
3.1	Тема 3.1. Линейная регрессия	3	9	2	2		2	2				
3.2	Лабораторная работа 5. Метод опорных векторов	3	9	2		2	2		2		+	+
3.3	Тема 3.2. Нелинейная регрессия	3	10	2	2		2	2				
3.4	Лабораторная работа 5. Метод опорных векторов	3	10	2		2	2		2		+	+
4	РАЗДЕЛ 4. МЕТОД ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ	3	11–12	8	4	4	8	4	4			
4.1	Тема 4.1. Линейно разделяемая выборка	3	11	2	2		2	2				
4.2	Лабораторная работа 6. Деревья решений	3	11	2		2	2		2		+	+
4.3	Тема 4.2. Линейно неразделяемая выборка	3	12	2	2		2	2				
4.4	Лабораторная работа 6. Деревья решений	3	12	2		2	2		2		+	+
5	РАЗДЕЛ 5. ДЕРЕВЬЯ РЕШЕНИЙ	3	13–14	8	4	4	8	4	4			
5.1	Тема 5.1. Понятие деревьев решений	3	13	2	2		2	2				
5.2	Лабораторная работа 7. Кластеризация методом <i>K</i> средних	3	13	2		2	2		2		+	+
5.3	Тема 5.2. Построение деревьев решений	3	14	2	2		2	2				
5.4	Лабораторная работа 7. Кластеризация методом <i>K</i> средних	3	14	2		2	2		2		+	+
6	РАЗДЕЛ 6. ОБУЧЕНИЕ БЕЗ УЧИТЕЛЯ	3	15–16	8	4	4	8	4	4			
6.1	Тема 6.1. Кластеризация	3	15	2	2		2	2				
6.2	Лабораторная работа 8. Сети и карты Кохонена	3	15	2		2	2		2		+	+
6.3	Тема 6.2. Сети и карты Кохонена	3	16	2	2		2	2				
6.4	Лабораторная работа 8. Сети и карты Кохонена	3	16	2		2	2		2		+	+
7	РАЗДЕЛ 7. НЕЙРОННЫЕ СЕТИ	3	17–18	8	4	4	8	4	4			
7.1	Тема 7.1. Понятие нейронных сетей	3	17	2	2		2	2				
7.2	Лабораторная работа 9. Обучение нейронной сети	3	17	2		2	2		2		+	+
7.3	Тема 7.2. Нейронные сети глубокой архитектуры и их обучение	3	18	2	2		2	2				
7.4	Лабораторная работа 9. Обучение нейронной сети	3	18	2		2	2		2		+	+
	Общая трудоемкость, в часах			72	36	36	108	36	36	36	Промежуточная аттестация	
											Форма	Се- местр
											Экза- мен	3

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1. Содержание лекционных занятий

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Тема 1.1. Основные понятия и примеры прикладных задач

Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация.

Основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль.

Примеры прикладных задач.

Тема 1.2. Наборы данных для машинного обучения

Виды данных для машинного обучения. Решение проблемы пропущенных данных. Обработка категориальных данных. Кодирование меток классов. Разбивка набора данных на обучающее и тестовое подмножества. Приведение признаков к одинаковой шкале.

Тема 1.3. Отбор и преобразование признаков

Методы отбора признаков: методы фильтрации, "обёртки", встроенные методы. Центрирование, нормирование и масштабирование данных.

Тема 1.4. Снижение размерности признаков

Преобразование и разложение матриц. Декорреляция векторов входных данных. Сингулярное разложение матриц. Метод главных компонент.

Тема 1.5. Создание повторных выборок

Различные виды перекрестной проверки. Бутстреп. Семплинг.

Тема 1.6. Метрики качества моделей

Ошибки классификаторов и способы их представления. Ошибки первого и второго рода. ROC-анализ.

РАЗДЕЛ 2. БАЙЕСОВСКИЙ АЛГОРИТМ КЛАССИФИКАЦИИ

Вероятностная постановка задачи классификации. Теорема Байеса. Байесовский классификатор. "Наивный" байесовский классификатор.

РАЗДЕЛ 3. РЕГРЕССИЯ

Тема 3.1. Линейная регрессия

Понятие линейной регрессии. Построение линейной регрессии. Использование метода главных компонент. Выбор переменных для регрессии. Персептрон и его обучение.

Тема 3.2. Нелинейная регрессия

Логистическая регрессия. Принцип максимума правдоподобия и логарифмическая функция потерь. Вычисление оптимальных параметров логистической регрессии. Нейрон с сигмоидальной функцией активации. Нелинейная регрессия общего вида. Определение оптимальных параметров.

РАЗДЕЛ 4. МЕТОД ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ

Тема 4.1. Линейно разделяемая выборка

Линейная разделяемость выборки. Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами. Задача квадратичного программирования и двойственная задача. Понятие опорных векторов.

Тема 4.2. Линейно неразделяемая выборка

Линейная неразделимость выборки. Оптимизирующий функционал. Регуляризация. Ядра и спрямляющие пространства. Теорема Мерсера. Машина опорных векторов.

РАЗДЕЛ 5. ДЕРЕВЬЯ РЕШЕНИЙ

Тема 5.1. Понятие деревьев решений

Основные понятия деревьев решений. Классификационные и регрессионные деревья. Ансамбли древовидных моделей. Бэггинг. Случайные леса. Бустинг.

Тема 5.2. Построение деревьев решений

Выбор атрибутов ветвления: индекс Джини, критерий уменьшения энтропии, статистические критерии. Алгоритм ID3. Алгоритм C4.5. Алгоритм CART.

РАЗДЕЛ 6. ОБУЧЕНИЕ БЕЗ УЧИТЕЛЯ

Тема 6.1. Кластеризация

Постановка задачи кластеризации. Меры близости, используемые в кластеризации. Иерархические и неиерархические методы кластеризации.

Тема 6.2. Сети и карты Кохонена

Принципы построения сети Кохонена. Обучение сети Кохонена. Принципы построения карт Кохонена. Обучение карты Кохонена. Графическое представление карт Кохонена.

РАЗДЕЛ 7. НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Тема 7.1. Понятие нейронных сетей

Структура многослойного персептрона. Функции активации. Обучение нейронной сети. Алгоритм обратного распространения ошибок. Проблема паралича сети.

Тема 7.2. Нейронные сети глубокой архитектуры и их обучение

Сети глубокой архитектуры. Сверточные сети. Сети, использующие предварительное обучение с использованием ограниченной машины Больцмана.

4.2.2. Темы лабораторных работ

1. Отбор и преобразование признаков в машинном обучении.
2. Байесовские алгоритмы классификации.
3. Линейная регрессия.
4. Нелинейная регрессия.
5. Метод опорных векторов.
6. Деревья решений.
7. Кластеризация методом K средних.
8. Сети и карты Кохонена.
9. Обучение нейронной сети.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины "Машинное обучение" при проведении аудиторных занятий используется образовательная технология, предусматривающая такие методы и формы изучения материала как лекция, лабораторное занятие, включающие активные и интерактивные формы занятий:

- проведение лекции проблемного характера (тема 1.3. "Отбор признаков", раздел 2 "Байесовские алгоритмы классификации", тема 4.1. "Введение в искусственные нейронные сети", раздел 4. "Метод опорных векторов", раздел 7 "Глубинное обучение");
- проведение лабораторных занятий в интерактивной форме и публичная защита отчетов по лабораторным работам: Лабораторная работа 5. "Метод опорных векторов"; Лабораторная работа 8. "Сети и карты Кохонена"; Лабораторная работа 9. "Обучение нейронной сети".

Занятия, проводимые в активной и интерактивной формах составляют 20 % от общего количества аудиторных занятий.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации, помощь в написании и отладки программ и др.) и индивидуальную работу студента, выполняемую как дома, так и в компьютерном классе с выходом в Интернет.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

- работа с конспектом лекции и литературой;
- подготовка к лабораторной работе: изучение теоретического материала, разработка и отладка программ заданий по лабораторным работам;
- обработка результатов лабораторных работ и подготовка письменных отчетов;
- поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
- подготовка к сдаче экзамена.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Тема 1.1. Основные понятия и примеры прикладных задач	Подготовка к лекциям	Изучить типы задач машинного обучения: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация. Изучить основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль.	1, 2	2
1	Лабораторная работа 1. Отбор признаков и снижение размерности	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе	1–4	2
2	Тема 1.2. Наборы данных для машинного обучения	Подготовка к лекциям	Изучить методы заполнения пропусков в обучающих данных, обработку категориальных данных, кодирование меток классов, приведение признаков к одинаковой шкале.	1, 3	2
2	Лабораторная работа 1. Отбор признаков и снижение размерности	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите работы.	1–4	2
3	Тема 1.3. Отбор признаков и снижение размерности	Подготовка к лекциям	Изучить методы отбора признаков.	3	2
3	Лабораторная работа 2. Байесовские алгоритмы классификации	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе	3	2
4	Тема 1.4. Снижение размерности признаков	Подготовка к лекциям	Изучить сингулярное разложение матриц, декорреляцию векторов входных данных, снижение размерности методом главных компонент.	1–4	2
4	Лабораторная работа 2. Байесовские алгоритмы классификации	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите работы.	3	2
5	Тема 1.5. Создание повторных выборок	Подготовка к лекциям	Изучить методы генерации выборок.	1, 4	2
5	Лабораторная работа 3. Линейная регрессия	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе		2
6	Тема 1.6. Оценивание и сравнение классификаторов	Подготовка к лекциям	Изучить ошибки классификаторов, ошибки первого и второго рода, ROC-анализ.	1, 4	2
6	Лабораторная работа 3. Линейная регрессия	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите работы.	3, 4	2
7	Тема 1.7. Ансамбли классификаторов	Подготовка к лекциям	Изучит понятие ансамбля моделей, методы бустинга и бэггинга.	1–4	2

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
7	Лабораторная работа 4. Нелинейная регрессия	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе	1, 4	2
8	Тема 2.1. Байесовские алгоритмы классификации	Подготовка к лекциям	Повторить теорему Байеса. Изучить оптимальный байесовский классификатор и "наивный" байесовский классификатор.	3	2
8	Лабораторная работа 4. Нелинейная регрессия	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите работы.	1, 3	2
9	Тема 3.1. Линейная регрессия	Подготовка к лекциям	Изучить построение линейной регрессии, выбор переменных для регрессии. Повторить перцептрон и его обучение.	1, 4	2
9	Лабораторная работа 5. Метод опорных векторов	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе	1, 3	2
10	Тема 3.2. Нелинейная регрессия	Подготовка к лекциям	Изучить логистическую регрессию, вычисление оптимальных параметров логистической регрессии. Повторить нейрон с сигмоидальной функцией активации. Изучить нелинейную регрессию общего вида.	1, 4	2
10	Лабораторная работа 5. Метод опорных векторов	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите работы.	1, 3	2
11	Тема 4.1. Линейно разделяемая выборка	Подготовка к лекциям	Изучить метод опорных векторов в случае линейно разделяемой выборки.	1, 3	2
11	Лабораторная работа 6. Деревья решений	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе	1–4	2
12	Тема 4.2. Линейно неразделяемая выборка	Подготовка к лекциям	Изучить метод опорных векторов в случае линейно неразделяемой выборки.	1, 3	2
12	Лабораторная работа 6. Деревья решений	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите работы.	1–4	2
13	Тема 5.1. Понятие деревьев решений	Подготовка к лекциям	Изучить основные понятия деревьев решений, случайные леса.	1–4	2
13	Лабораторная работа 7. Кластеризация методом K средних	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе	1–5	2
14	Тема 5.2. Построение деревьев решений	Подготовка к лекциям	Изучить выбор атрибутов ветвления в узлах дерева, основные алгоритмы построения деревьев решений.	1–5	2
14	Лабораторная работа 7. Кластеризация методом K средних	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите работы.	1–5	2
15	Тема 6.1. Кластеризация	Подготовка к лекциям	Изучить постановку задачи кластеризации, методы кластеризации.	1–5	2
15	Лабораторная работа 8. Сети и карты Кохонена	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе	1–5	2
16	Тема 6.2. Сети и карты Кохонена	Подготовка к лекциям	Изучить принципы построения и обучения сетей и карт Кохонена	1–5	2

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
16	Лабораторная работа 8. Сети и карты Кохонена	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите работы.	1–5	2
17	Тема 7.1. Нейронные сети	Подготовка к лекциям	Изучить архитектуру и обучение многослойных нейронных сетей	3	2
17	Лабораторная работа 9. Обучение нейронной сети	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе	3	2
18	Тема 7.2. Нейронные сети глубокой архитектуры и их обучение	Подготовка к лекциям	Изучить архитектуру и алгоритм обучения сетей свертки, применение ограниченной машины Больцмана для предварительного обучения сети.	3	2
18	Лабораторная работа 9. Обучение нейронной сети	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите работы.	3	2

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

При работе с конспектом лекций и изучении рекомендованной литературы студенту необходимо изучить конспект лекций, ответить на контрольные вопросы, изучить разделы рекомендованной литературы. Следует поощрять регулярную работу студентов с теоретическим материалом и чтение источников, выходящих за пределы рекомендованного списка литературы.

При подготовке к лабораторным работам студентам следует изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, ответить на контрольные вопросы. Целесообразно увязывать лабораторные работы с темами научных исследований магистрантов.

При оформлении отчетов по лабораторным работам студент должен изучить требования к оформлению отчета, представить результаты выполнения работы, проанализировать результаты работы и сделать выводы по работе.

Подготовка к экзамену подразумевает повторение изученного материала. Использование при подготовке и ответах результатов выполнения лабораторных работ облегчает подготовку и повышает качество ответа.

Студентам из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья могут быть предложены электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые разделы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Текущий: опрос на лабораторных работах.	1–7	ПК-3, ПСК-1

2.	Проверка отчетов о выполнении лабораторных работ.	1–7	ПК-3, ПСК-1
3.	Промежуточный: экзамен	1–7	ПК-3

Перечень примерных вопросов к экзамену

1. Понятие машинного обучения. Типы задач машинного обучения.
2. Заполнение пропущенных данных.
3. Обработка категориальных данных.
4. Кодирование меток классов.
5. Приведение признаков к одинаковой шкале.
6. Методы последовательного отбора признаков.
7. Декорреляция векторов входных данных.
8. Создание повторных признаков.
9. Ошибки классификаторов.
10. ROC-анализ.
11. Ансамбли моделей. Бустинг. Бэггинг.
12. Построение линейной регрессии.
13. Схема "Гусеница" для прогнозирования временного ряда.
14. Выбор переменных для линейной регрессии.
15. Перцептрон и его обучение.
16. Логистическая регрессия.
17. Вычисление оптимальных параметров логистической регрессии.
18. Нейрон с сигмоидальной функцией активации.
19. Нелинейная регрессия общего вида. Определение оптимальных параметров.
20. Метод опорных векторов для линейно разделимой выборки.
21. Метод опорных векторов для линейно неразделимой выборки.
22. Машина опорных векторов.
23. Деревья решений. Классификационные и регрессионные деревья. Ансамбли древовидных моделей
24. Выбор атрибутов ветвления: индекс Джини, критерий уменьшения энтропии, статистические критерии.
25. Алгоритмы ID3, C4.5, CART.
26. Задача кластеризации.
27. Иерархические и неиерархические методы кластеризации
28. Принципы построения сети Кохонена.
29. Обучение сети Кохонена.
30. Принципы построения карт Кохонена. Графическое представление карт Кохонена.
31. Обучение карты Кохонена
32. Структура многослойного перцептрона
33. Функции активации нейронов.
34. Алгоритм обратного распространения ошибок.
35. Сверточные нейронные сети.
36. Нейронные сети глубокой архитектуры, использующие предварительное обучение с использованием ограниченной машины Больцмана.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ"

7.1. Основная литература

1. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые увлекают знания из данных. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 400 с.
(ЭБС "Лань". Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69955>)
2. Рашка С. Python и машинное обучение. — М.: ДМК Пресс, 2017. — 418 с.
(ЭБС "Лань". Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1009050>)

7.2. Дополнительная литература

3. Введение в статистическое обучение с примерами на языке R / Г. Джеймс, Д. Уиттон, Т. Хасты, Р. Тибширани. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 450 с.
(ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/book/93580>)
4. Паклин Н. Б., Орешков В. И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. — СПб.: Питер, 2013. — 704 с. (5 экз.)
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiir-bis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=14890
5. Коэльо Л. П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 302 с.
(ЭБС "Лань". Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82818>)

7.3. Интернет-ресурсы

№ п/п	Адрес сайта	Описание материала, содержащегося на сайте
1.	http://www.machinelearning.ru	MachineLearning.ru — профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных
2.	http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_(курс_лекций%2С_К.В.Воронцов)	Воронцов К. В. Машинное обучение (курс лекций)
3.	https://habrahabr.ru/company/yandex/blog/208034/	Machine Learning. Курс от Яндекса

7.4. Программное обеспечение

В зависимости от направленности научной работы магистрантов лабораторные работы выполняются в системах MATLAB, Deductor или на языках Python, R.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ"

Студенты используют рабочие места в компьютерном классе, оборудованном локальной сетью и выходом в Internet, имеющиеся в библиотеке учебники. Все лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах.


Рабочая программа дисциплины "Машинное обучение" составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки "Прикладная математика и информатика", магистерская программа "Математическое и программное обеспечение вычислительных машин".

Программу составил
д.т.н., профессор

 Горбаченко В. И.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

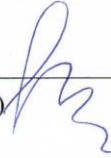
Программа одобрена на заседании кафедры "Компьютерные технологии"
протокол № 3 от "3" октября 2015 года

Зав. каф. "Компьютерные технологии" д.т.н., профессор  Горбаченко В. И.

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

протокол № 2 от «5» октября 2015 г.

Председатель методической комиссии факультета ВТ


(подпись) _____

И.И. Кузнецов
(Ф.И.О.)