

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий Леонид Иванович

Должность: директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 2023 19:17:36

Уникальный программный ключ:

1e90b152d9b04dce6758f160b015ddd2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК
Кафедра статистики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института экономики и управ-
ления АПК

 Л.И. Хоружий
“ 28 ” августа 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.07.02 Построение, обучение и оптимизация моделей машинного
обучения

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Направленность:

Большие данные и машинное обучение (Machine Learning & Big Data)

Курс 4

Семестр 8

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Москва, 2022

Разработчик (и): Харитонов А.Е., к.э.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«24» 08 2022 г.

Рецензент: Коломеева Е.С., к.э.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«26» 08 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Программа обсуждена на заседании кафедры статистики и кибернетики протокол № 11 от «26» августа 2022 г.

И.о.зав. кафедрой Уколова А.В., к.э.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«26» 08 2022 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института экономики и управления АПК
Корольков А.Ф., к.э.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«26» 08 2022 г.

И.о.заведующего выпускающей кафедрой статистики и кибернетики
Уколова А.В., к.э.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«26» 08 2022 г.

/Заведующий отделом комплектования ЦНБ

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	6
ПО СЕМЕСТРАМ	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ /ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	10
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	11
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	12
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	16
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	17
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	18
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	18
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	19
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	20

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.В.ДВ.07.02 «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения»

для подготовки бакалавров по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» по направленности Большие данные и машинное обучение (Machine Learning & Big Data) и

Цель освоения дисциплины: Целью дисциплины «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области проведения аналитического исследования с применением машинного обучения, а также осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах.

Место дисциплины в учебном плане: включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): УК-4 (УК-4.2, УК-4.3), ПКос-9 (ПКос-9.1, ПКос-9.2, ПКос-9.3).

Краткое содержание дисциплины: Виды обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением. Основные типы задач: задача классификации, задача регрессии, задача кластеризации, задача прогнозирования, задача ранжирования. Основные проблемы машинного обучения: недостаточный объем обучающей выборки, пропуски в данных, переобучение. Обзор основных необходимых библиотек языка Python. Библиотека TensorFlow. Знакомство с библиотекой машинного обучения Keras. Обучение с подкреплением. Частичное обучение. Задачи оптимизации в машинном обучении. Оптимизация в обучении с учителем. Байесовская оптимизация. Байесовская оптимальная классификация. Байесовская оптимизация посредством бинарной классификации. Оптимальный отбор признаков. Выделение признаков через градацию отношений. Выделение признаков через отсечение ансамблей. Метрики ранжирования векторов. Модели линейной/логистической регрессии с регуляризациями L1 и L1/L2. Понятие субградиента выпуклой функции, его связь с производной по направлению, необходимое и достаточное условие экстремума для выпуклых негладких задач безусловной оптимизации. Метод наискорейшего субградиентного спуска. Проксимальный метод. Метод покоординатного спуска и блочной покоординатной оптимизации. Методы внутренней точки и отсекающих плоскостей. Методы внутренней точки. Методы отсекающих плоскостей. Стохастическая оптимизация. Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра. Стохастическая оптимизация.

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетные единицы (108 часов).

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области проведения аналитического исследования с применением машинного обучения, а также осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) учебного плана. Дисциплина «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» являются «Введение в компьютерные науки на иностранном языке», «Математический анализ», «Математическая статистика», «Теория вероятностей», «Алгоритмизация и программирование», «Основы науки о данных (Data Science)», «Анализ экономических данных с использованием современных информационных технологий на иностранном языке», Анализ экономических данных с использованием современных информационных технологий», «Хранилища и системы интеллектуального анализа данных на иностранном языке», «Хранилища и системы интеллектуального анализа данных».

Рабочая программа дисциплины «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.			УК-4.2 Уметь: применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках		применять на практике деловую коммуникацию в целях построения, обучения и оптимизации моделей машинного обучения в устной и письменной формах на русском и иностранном языках	
2.			УК-4.3 Владеть: навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках; методикой составления суждения в межличностном деловом общении на русском и иностранном языках			навыками деловых коммуникаций в области построения, обучения и оптимизации моделей машинного обучения в устной и письменной форме на русском и иностранном языках
5.			ПКос-9.1 Знать: предметную область анализа, типы больших данных, источники и методы извлечения информации, теоретические и прикладные основы анализа, технологии хранения и обработки, современные методы и инструментальные средства анализа больших данных	типы данных, источники и методы автоматического извлечения информации, технологии хранения и обработки, современные методы и инструментальные		

				средства построения, обучения и оптимизации моделей машинного обучения		
6.			ПКос-9.2 Уметь: оценивать соответствие наборов данных задачам анализа больших данных; использовать инструментальные средства для извлечения, преобразования, хранения и обработки данных из разнородных источников; разрабатывать и оценивать модели больших данных; автоматизировать процесс анализа больших данных; визуализировать результаты анализа больших данных		разрабатывать и оценивать модели больших данных	
7.			ПКос-9.3 Иметь навыки: выбора источников данных, оценки соответствия набора данных предметной области и задачам аналитических работ; получения и фильтрации, извлечения, проверки, очистки, агрегации и разработки представления больших объемов данных из гетерогенных источников			получения и фильтрации, извлечения, проверки, очистки, агрегации и разработки представления больших объемов данных из гетерогенных источников

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость, 8 семестр час. всего/*
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108
1. Контактная работа:	50,4
Аудиторная работа	50,4
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	24
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	24/4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,6
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (про- работка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	33
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6
Вид промежуточного контроля:	экзамен

* в том числе практическая подготовка.

4.2 Содержание дисциплины

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- тная работа СР
		Л	ПЗ всего /*	ПКР	
Тема 1 Построение и обучение моделей машин- ного обучения	32/4	4	8/4		20
Тема 2 Оптимизация моделей машинного обуче- ния	73,6	20	16		37,6
Консультации перед экзаменом	2			2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Всего за 6 семестр	108/4	24	24/4	2,4	57,6
Итого по дисциплине	108/4	24	24/4	2,4	57,6

* в том числе практическая подготовка

Тема 1 Построение и обучение моделей машинного обучения

Виды обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением. Основные типы задач: задача классификации, задача регрессии, задача кластеризации, задача прогнозирования, задача ранжирования. Основные проблемы машинного обучения: недостаточный объем обучающей выборки, пропуски в данных, пере-

обучение. Обзор основных необходимых библиотек языка Python. Библиотека TensorFlow. Знакомство с библиотекой машинного обучения Keras. Обучение с подкреплением. Частичное обучение.

Тема 2 Оптимизация моделей машинного обучения

Задачи оптимизации в машинном обучении. Оптимизация в обучении с учителем. Байесовская оптимизация. Байесовская оптимальная классификация. Байесовская оптимизация посредством бинарной классификации. Оптимальный отбор признаков. Выделение признаков через градиент отношений. Выделение признаков через отсекающие ансамбли. Метрики ранжирования векторов. Модели линейной/логистической регрессии с регуляризациями L1 и L1/L2. Понятие субградиента выпуклой функции, его связь с производной по направлению, необходимое и достаточное условие экстремума для выпуклых негладких задач безусловной оптимизации. Метод наискорейшего субградиентного спуска. Проксимальный метод. Метод покоординатного спуска и блочной покоординатной оптимизации. Методы внутренней точки и отсекающих плоскостей. Методы внутренней точки. Методы отсекающих плоскостей. Стохастическая оптимизация. Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра. Стохастическая оптимизация.

4.3 Лекции /практические занятия

Таблица 4

Содержание лекции /практические занятия и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		Лекция 1. Построение и обучение моделей машинного обучения	ПКос-9.1 УК-4.2		4
		Практическая работа № 1. Построение и обучение моделей машинного обучения с использованием TensorFlow	ПКос-9.2 ПКос-9.3 УК-4.2 УК-4.2		4/2
		Практическая работа № 2. Построение и обучение моделей машинного обучения с использованием Keras	ПКос-9.2 ПКос-9.3 УК-4.2 УК-4.2		4/2
		Лекция 2. Задачи оптимизации в машинном обучении	ПКос-9.1 УК-4.2		6
		Лекция 3. Методы внутренней точки и отсекающих плоскостей	ПКос-9.1 УК-4.2		6
		Лекция 4. Стохастическая оптимизация	ПКос-9.1 УК-4.2		8

№ п/п	№ раздела	№ и название практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		Практическая работа № 3. Оптимизационный подход в машинном обучении	ПКос-9.2 ПКос-9.3 УК-4.2 УК-4.3	Защита работы	2
		Практическая работа № 4. Разреженные методы машинного обучения	ПКос-9.2 ПКос-9.3 УК-4.2 УК-4.3	Защита работы	2
		Практическая работа № 5. Методы внутренней точки	ПКос-9.2 ПКос-9.3 УК-4.2 УК-4.3	Защита работы	2
		Практическая работа № 6. Методы отсекающих плоскостей	ПКос-9.2 ПКос-9.3 УК-4.2 УК-4.3	Защита работы	2
		Практическая работа № 7. Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра	ПКос-9.2 ПКос-9.3 УК-4.2 УК-4.3	Защита работы	4
		Практическая работа № 8. Стохастическая оптимизация	ПКос-9.2 ПКос-9.3 УК-4.2 УК-4.3	Защита работы	4

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1 Построение и обучение моделей машинного обучения	Основные проблемы машинного обучения: недостаточный объем обучающей выборки, пропуски в данных, переобучение. (УК-4.2, УК-4.3, ПКос-9.1, ПКос-9.2)
2.	Тема 2 Оптимизация моделей машинного обучения	Выделение признаков через градицию отношений. Выделение признаков через отсечение ансамблей. Метрики ранжирования векторов. (УК-4.2, УК-4.3, ПКос-9.1, ПКос-9.2, ПКос-9.3)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Лекция 2. Задачи оптимизации в машинном обучении	Л	Лекция-визуализация
2	Практическая работа № 1. Построение и обучение моделей машинного обучения с использованием TensorFlow	ПЗ	Деловая игра

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы к экзамену

1. Цели и задачи машинного обучения. Основные понятия.
2. Построение модели и сведение обучения к задаче оптимизации.
3. Методы оценки качества алгоритмов машинного обучения.
4. Проблема переобучения.
5. Внедрение алгоритма машинного обучения в эксплуатацию.
6. Градиент и гессиан функции многих переменных, их свойства, необходимые и достаточные условия безусловного экстремума;
7. Матричные разложения, их использование для решения СЛАУ;
8. Структура итерационного процесса в оптимизации, понятие оракула, критерии останова;
9. Глобальная и локальная оптимизация, скорости сходимости итерационных процессов оптимизации;
10. Примеры оракулов и задач машинного обучения со «сложной» оптимизацией. Методы одномерной оптимизации
11. Минимизация функции без производной: метод золотого сечения, метод парабол;
12. Гибридный метод минимизации Брента;
13. Методы решения уравнения : метод деления отрезка пополам, метод секущей;
14. Минимизация функции с известной производной: кубическая аппроксимация и модифицированный метод Брента;
15. Поиск ограничивающего сегмента;

16. Условия Армихо-Голдштайна-Вольфа для неточного решения задачи одномерной оптимизации;
17. Неточные методы одномерной оптимизации, backtracking.
18. Методы многомерной оптимизации.
19. Методы линейного поиска и доверительной области;
20. Метод градиентного спуска: наискорейший спуск, спуск с неточной одномерной оптимизацией, скорость сходимости метода для сильно-выпуклых функций с липшицевым градиентом, зависимость от шкалы измерений признаков;
21. Сходимость общего метода линейного поиска с неточной одномерной минимизацией;
22. Метод Ньютона: схема метода, скорость сходимости для выпуклых функций с липшицевым гессианом, подбор длины шага, способы коррекции гессиана до положительно-определённой матрицы;
23. Метод сопряженных градиентов для решения систем линейных уравнений, скорость сходимости метода, предобуславливание;
24. Метод сопряженных градиентов для оптимизации неквадратичных функций, стратегии рестарта, зависимость от точной одномерной оптимизации;
25. Неточный (безгессианный) метод Ньютона: схема метода, способы оценки произведения гессиана на вектор через вычисление градиента;
26. Применение неточного метода Ньютона для обучения линейного классификатора и нелинейной регрессии, аппроксимация Гаусса-Ньютона и адаптивная стратегия Levenberg-Marquardt
27. Квазиньютоновские методы оптимизации: DFP, BFGS и L-BFGS; Тема 4. Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра
28. Вероятностная модель линейной регрессии с различными регуляризациями: квадратичной, L1, Стьюдента;
29. Идея метода оптимизации, основанного на использовании глобальных оценок, сходимость;
30. Пример применения метода для обучения LASSO;
31. Построение глобальных оценок с помощью неравенства Йенсена, EM-алгоритм, его применение для вероятностных моделей линейной регрессии;
32. Построение оценок с помощью касательных и замены переменной;
33. Оценка Jaakkola-Jordan для логистической функции, оценки для распределений Лапласа и Стьюдента;
34. Применение оценок для обучения вероятностных моделей линейной регрессии;
35. Выпукло-вогнутая процедура, примеры использования. Тема 5. Методы внутренней точки.
36. Необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах условной оптимизации, условия Куна-Таккера и условия Джона, соотношение между ними;

37. Выпуклые задачи условной оптимизации, двойственная функция Лагранжа, двойственная задача оптимизации;
38. Решение задач условной оптимизации с линейными ограничениями вида равенство, метод Ньютона;
39. Прямо-двойственный метод Ньютона, неточный вариант метода;
40. Метод логарифмических барьерных функций;
41. Методы первой фазы;
42. Прямо-двойственный метод внутренней точки;
43. Использование методов внутренней точки для обучения SVM.
44. Разреженные методы машинного обучения
45. Метод наискорейшего субградиентного спуска;
46. Проксимальный метод
47. Методы отсекающих плоскостей.
48. Понятие отделяющего оракула, базовый метод отсекающих плоскостей (cutting plane);
49. Надграфная форма метода отсекающих плоскостей;
50. Bundle-версия метода отсекающих плоскостей, зависимость от настраиваемых параметров;
51. Применение bundle-метода для задачи обучения SVM;
52. Добавление эффективной процедуры одномерного поиска;
53. Реализация метода с использованием параллельных вычислений и в условиях ограничений по памяти.
54. Стохастическая оптимизация
55. Общая постановка задачи стохастической оптимизации, пример использования;
56. Задачи минимизации среднего и эмпирического риска;
57. Метод стохастического градиентного спуска, две фазы итерационного процесса, использование усреднения и инерции;
58. Стохастический градиентный спуск как метод оптимизации и как метод обучения;
59. Метод SAG;
60. Применение стохастического градиентного спуска для SVM (алгоритм PEGASOS).

Практическая работа № 1. Построение и обучение моделей машинного обучения с использованием TensorFlow

Загрузить исходные данные и с помощью библиотеки TensorFlow построить и обучить модели машинного обучения с учителем и без. Оценить качество построенных моделей. Подготовить отчет с выводами.

Практическая работа № 2. Построение и обучение моделей машинного обучения с использованием Keras

Загрузить исходные данные и с помощью библиотеки Keras построить и обучить модели машинного обучения с учителем и без. Оценить качество построенных моделей. Подготовить отчет с выводами.

Практическая работа № 3. Оптимизационный подход в машинном обучении

Реализовать задачу оптимизации по результатам построенных моделей. Реализовать Байесовскую оптимизацию посредством бинарной классификации. Выделить признаки через градацию отношений. Выделить признаки через отсечение ансамблей. Подготовить отчет с выводами.

Практическая работа № 4. Разреженные методы машинного обучения

Построить модели линейной/логистической регрессии с регуляризациями $L1$ и $L1/L2$. Проверить необходимое и достаточное условие экстремума для выпуклых негладких задач безусловной оптимизации. Реализовать метод наискорейшего субградиентного спуска, проксимальный метод и метод покоординатного спуска и блочной покоординатной оптимизации. Подготовить отчет с выводами.

Практическая работа № 5. Методы внутренней точки

Проверить условия Куна-Таккера и условия Джона и соотношение между ними. Решить задачу условной оптимизации с линейными ограничениями вида равенство, метод Ньютона. Реализовать прямо-двойственный метод Ньютона, неточный вариант метода. Использовать методы внутренней точки для обучения SVM. Подготовить отчет с выводами.

Практическая работа № 6. Методы отсекающих плоскостей

Реализовать базовый метод отсекающих плоскостей (cutting plane). Применить bundle-метода для задачи обучения SVM. Добавить эффективные процедуры одномерного поиска. Реализовать метод с использованием параллельных вычислений и в условиях ограничений по памяти. Подготовить отчет с выводами.

Практическая работа № 7. Методы оптимизации с использованием глобальных верхних оценок, зависящих от параметра

Построить вероятностную модель линейной регрессии с различными регуляризациями: квадратичной, $L1$, Стьюдента. Применить метод для обучения LASSO. Построить глобальные оценки с помощью неравенства Йенсена, EM-алгоритм, применить для вероятностных моделей линейной регрессии. Подготовить отчет с выводами.

Практическая работа № 8. Стохастическая оптимизация

Реализовать задачу минимизации среднего и эмпирического риска. Реализовать метод стохастического градиентного спуска, две фазы итерационного процесса, использование усреднения и инерции. Применить стохастический градиентный спуск для SVM (алгоритм PEGASOS). Подготовить отчет с выводами.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Текущий контроль знаний, умений и навыков проводится в форме тестирования и теоретическими вопросами. Оценка работ проводится по стобалльной шкале. Индивидуальные задачи, выполняемые каждым студентом на практике оцениваются по итогам защиты по аналогичной шкале. Ликвидация студентами текущих задолженностей производится также в форме выполнения индивидуальной задачи по соответствующей теме и дальнейшей ее защиты преподавателю кафедры с оценкой по стобалльной шкале.

Для получения экзамена необходимо набрать более 60%. Вид промежуточного контроля по данному направлению – экзамен.

Градация оценок:

0 – 60% - «неудовлетворительно»;

60 – 75 – «удовлетворительно»;

75 – 85 – «хорошо»;

85 – 100 – «отлично»

Формы контроля: тестовый контроль, индивидуальное собеседование, защита выполнения практического задания по индивидуальному варианту. В итоговую сумму баллов входят результаты всех контролируемых видов вашей деятельности – посещение занятий, выполнение заданий, прохождение тестов, активность на лабораторных занятиях и т.п.

В итоговый рейтинг входит: 30% - результат выполнения контрольных мероприятий (тест, самостоятельные работы и др.), 60% - баллы за сданные индивидуальные работы и 10% - посещение занятий.

При изучении каждого раздела дисциплины проводится промежуточный контроль знаний с целью проверки и коррекции хода освоения теоретического материала и практических умений и навыков.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Воронина, В. В. Теория и практика машинного обучения : учебное пособие / В. В. Воронина. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 290 с. — ISBN 978-5-9795-1712-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165053>
2. Кудрявцев, Н. Г. Практика применения компьютерного зрения и элементов машинного обучения в учебных проектах : учебное пособие / Н. Г. Кудрявцев, И. Н. Фролов. — Горно-Алтайск : ГАГУ, 2022. — 180 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271100>
3. Беликов, В. В. Применение методов машинного обучения и теории игр при решении задач в области информационной безопасности: Практикум :

учебное пособие / В. В. Беликов, С. В. Колесников. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 30 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/240047>

4. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8519-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176662>

5. Data Science / Francesco Palumbo, Angela Montanari, Maurizio Vichi. Springer International Publishing AG, 2017 – Текст : электронный // Springer: электронно-библиотечная система. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-55723-6#editorsandaffiliations> (дата обращения: 27.11.2022).

7.2 Дополнительная литература

1. Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01042-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490020> (дата обращения: 27.11.2022).

2. New Advances in Statistics and Data Science / Ding-Geng, Chen Zhezhen, Jin Gang, Li Yi, Li Aiyi, Liu Yichuan, Zhao. Springer International Publishing AG, 2017 – Текст : электронный // Springer: электронно-библиотечная система. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-69416-0#editorsandaffiliations> (дата обращения: 27.11.2022).

3. Алексеев, Д. С. Технологии интеллектуального анализа данных : учебник для вузов / Д. С. Алексеев, О. В. Щекочихин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-8299-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187559>

4. Макшанов, А. В. Технологии интеллектуального анализа данных : учебное пособие / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-4493-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206711>

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Харитонова, А.Е. Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения: методические указания / А.Е. Харитонова. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 25 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. The R Project for Statistical Computing <https://www.r-project.org/> (открытый доступ)

2. The R Project for Statistical Computing <https://www.r-project.org/> (открытый доступ)
3. Анаконда. URL: <https://www.anaconda.com/distribution/>(открытый доступ)
4. Официальный сайт Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (открытый доступ)
5. Официальный сайт Центрального Банка России. URL: <http://www.cbr.ru> (открытый доступ)
6. Bureau of Economic Analysis. URL: <http://www.bea.gov> (открытый доступ)
7. Московская международная валютная биржа. <http://www.micex.ru> (открытый доступ)
8. Официальный сайт Всемирного банка . URL: <http://www.worldbank.org> (открытый доступ)
9. Официальный сайт Министерства финансов РФ. URL: <http://www.minfin.gov.ru> (открытый доступ)
10. Официальный сайт Национального бюро экономических исследований США. URL: <http://www.nber.org> (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Тема 1 Построение и обучение моделей машинного обучения Тема 2 Оптимизация моделей машинного обучения	R	расчётная	r-project	2022
2	Тема 1 Построение и обучение моделей машинного обучения Тема 2 Оптимизация моделей машинного обучения	RStudio	расчётная	r-project	2022
3	Тема 1 Построение и обучение моделей машинного обучения Тема 2 Оптимизация моделей машинного обучения	Anaconda	расчётная	Anaconda Enterprise	2022

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

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Экран с электроприводом 1 шт. (Инв. №558771/2) 2. Проектор 1 шт. (без инв. №) – приобретался не за счет средств вуза 3. Вандалоустойчивый шкаф 1 шт. (Инв.№558850/7) 4. Системный блок с монитором 1 шт. (Инв. №558777/9) 5. Стенд «Сергеев Сергей Степанович 1910-1999» 1 шт. (Инв.№591013/25) 6. Огнетушитель порошковый 1 шт. (Инв. №559527) 7. Подвесное крепление к огнетушителю 1 шт. (Инв. № 559528) 8. Жалюзи 2шт. (Инв. №1107-221225, Инв. №1107-221225) 9. Лавка 20 шт. 10. Стол аудиторный 20 шт. 11. Стол для преподавателя 1 шт. 12. Стул 2 шт. 13. Доска маркерная 1 шт. 14. Трибуна напольная 1 шт. (без инв. №)
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системный блок Intel Core Intel Core i3-2100/4096Mb/500Gb/DVD-RW 10 шт. (Инв.№601997, Инв.№601998, Инв.№601999, Инв.№602000, Инв.№602001, Инв.№602002, Инв.№602003, Инв.№602004, Инв.№602005, Инв.№602006) 2. Монитор 10 шт. (без инв. №) - приобретались не за счет средств вуза 3. Шкаф 2 шт. (Инв.№594166, Инв.№594167) 4. Тумба 1 шт. (Инв.№594168) 5. Подвесное крепление к огнетушителю 1 шт. (Инв. № 559528) 6. Огнетушитель порошковый 1 шт. (Инв. №559527) 7. Жалюзи 1 шт. (Инв.№551557) 8. Доска магнитно-маркерная 1 шт. 9. Стол 5 шт. 10. Стол компьютерный 12 шт. 11. Стул офисный 21 шт. 12. Сейф 1 шт. (без Инв.№).
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Трибуна напольная 1 шт. (Инв.№ 599205) 2. Шкаф для документов 3 шт. (Инв.№593633, Инв.№593634, Инв.№559548/18) 3. Вешалка напольная 2 шт. (Инв.№1107-333144, Инв.№1107-333144) 4. Жалюзи 1 шт. (Инв.№591110) 5. Доска магнитно-маркерная 1 шт. 6. Стол 15 шт. 7. Скамейка 14 шт. 8. Стол эрго 1 шт. 9. Стул 2 шт.
<p><i>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова</i></p>	<p>Читальные залы библиотеки</p>
<p><i>Студенческое общежитие</i></p>	<p>Комната для самоподготовки</p>

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные программой обучения. Если студент не выполнил какое-либо из учебных заданий по неуважительной причине (пропустил тестовый контроль,

	9. Стул 2 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки
Студенческое общежитие	Комната для самоподготовки

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные программой обучения. Если студент не выполнил какое-либо из учебных заданий по неуважительной причине (пропустил тестовый контроль, не выполнили домашнего задания, выполнил работу не по своему варианту и т.п.), то за данный вид учебной работы баллы рейтинга не начисляются, а подготовленные позже положенного срока работы оцениваются с понижающим коэффициентом. Если же невыполнение учебных работ произошло по уважительной причине, то следует представить преподавателю подтверждающий документ, и защитить пропущенные занятия в часы, отведенные для еженедельных консультаций.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан выполнить самостоятельно индивидуальную работу, выполняемую на занятиях по своему варианту.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Курс должен давать не абстрактно-формальные, а прикладные знания. Данная цель может быть реализована только при условии соблюдения в учебных планах преемственности учебных дисциплин. Базовые знания для изучения дисциплины дают такие предметы, как экономическая теория, информатика.

Преподаватель должен указывать, в какой последовательности следует изучать материал дисциплины, обращать внимание на особенности изучения отдельных тем и разделов, помогать отбирать наиболее важные и необходимые сведения из учебных пособий, а также давать объяснения вопросам программы курса, которые обычно вызывают затруднения. При этом преподавателю необходимо учитывать следующие моменты:

1. Не следует перегружать студентов творческими заданиями.
2. Чередовать творческую работу на занятиях с заданиями во внеаудиторное время.
3. Давать студентам четкий инструктаж по выполнению самостоятельных заданий: цель задания; условия выполнения; объем; сроки; требования к оформлению.
4. Осуществлять текущий учет и контроль за самостоятельной работой.
5. Давать оценку обобщать уровень усвоения навыков самостоятельной, творческой работы.

Программу разработал (и):

Харитонов А.Е., к.э.н., доцент


_____ (подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.07.02 «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения»

ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленность «Большие данные и машинное обучение (Machine Learning & Big Data)»

(квалификация выпускника – бакалавр)

Колосеева Елена Сергеевна, доцент кафедры финансов ФГБОУ ВО г. Москвы «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом экономических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленность «Большие данные и машинное обучение (Machine Learning & Big Data)» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре статистики и кибернетики (разработчик – Харитоновна Анна Евгеньевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики и кибернетики).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В.ДВ.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» закреплено **2 компетенции (5 индикаторов)**. Дисциплина «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» составляет 3 зачётных единицы (108 часов/из них практическая подготовка 4 ч.).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и участие в деловых играх), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В.ДВ ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 5 наименований, Интернет-ресурсы – 10 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Построение, обучение и оптимизация моделей машинного обучения» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленность «**Большие данные и машинное обучение (Machine Learning & Big Data)**» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Харитоновой А. Е., к.э.н., доцентом кафедры статистики и кибернетики, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Коломеева Е.С., доцент кафедры финансов ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат экономических наук _____ « 26 » _____ 01 2022 г.

(подпись)