

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
"Мурманский арктический государственный университет"
в г. Кировске Мурманской области
(филиал МАГУ в г. Кировске)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.15.В Машинное обучение

программы подготовки специалистов среднего звена
базовой подготовки
по специальности

09.02.07 Информационные системы и программирование

очной формы обучения

Составитель:
Преподаватель А.Н. Голубь

Утверждено на заседании цикловой
комиссии информатики
Протокол №5 от 24.11.2022.
Председатель цикловой комиссии

 Е.С. Сергеева

НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.15.В МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

1. АННОТАЦИЯ К ПРОГРАММЕ

1.1. Область применения программы

Программа учебной дисциплины является частью основной программы подготовки специалистов среднего звена по специальности среднего профессионального образования (далее - СПО) 09.02.07 Информационные системы и программирование и разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС), утвержденного приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 09 декабря 2016 года № 1547, Примерной основной образовательной программы (далее – ПООП), утвержденной протоколом Федерального учебно-методического объединения по УГПС 09.00.00 от 15 июля 2021 г. № 3.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена:

Дисциплина ОП.15.В «Машинное обучение» включена в учебный цикл общепрофессиональных дисциплин образовательной программы и изучается на 3 курсе.

Данная дисциплина относится к вариативным общепрофессиональным дисциплинам.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, которые они получили в процессе изучения дисциплин «Элементы высшей математики», «Дискретная математика с элементами математической логики», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Основы алгоритмизации и программирования», «Основы проектирования баз данных», «Числовые методы» в объеме требований федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования.

1.3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины:

Целью изучения дисциплины является приобретение знаний и умений для подготовки к освоению видов профессиональной деятельности, а также развитию и формированию общих и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС по специальности.

	Обязательная часть (О) Вариативная часть (В)	Перечень формируемых знаний, умений, компетенций
Профессиональные компетенции	В	ПК 5.1. Собирать исходные данные для разработки проектной документации на информационную систему.
	В	ПК 5.4. Производить разработку модулей информационной системы в соответствии с техническим заданием.
	В	ПК 5.5. Осуществлять тестирование информационной системы на этапе опытной эксплуатации с фиксацией выявленных ошибок кодирования в разрабатываемых модулях информационной системы.
	В	ПК 5.7. Производить оценку информационной системы для выявления возможности ее модернизации
Знания	В	3.1 методы предварительной обработки данных и методы отбора информативных признаков
	В	3.2 основной аппарат анализа данных
	В	3.3 принципы и инструменты построения моделей машинного обучения и нейронных архитектур
	В	3.4 знать основные метрики качества моделей машинного обучения и нейронных архитектур

	В	3.5 современное состояние исследований в области машинного обучения.
Умения	В	У.1 выполнять предварительную обработку данных и отбор признаков.
	В	У.2 анализировать данные
	В	У.3 определять назначение, выбирать методы и средства для построения моделей машинного обучения и нейронных архитектур
	В	У.4 проверять качество моделей машинного обучения и нейронных архитектур
	В	У.5 интерпретировать полученные результаты в терминах прикладной области с целью получения новых знаний и выводов
Общие компетенции	В	ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
	В	ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
	В	ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие
	В	ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами
	В	ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста
	В	ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей
	В	ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
	В	ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
	В	ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	156
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	140
в том числе:	
теоретическое обучение	70
практические занятия	70
Самостоятельная работа обучающегося	8
Консультации	4
<i>Итоговая аттестация в форме дифференцированного зачета</i>	4
Период освоения программы: 3 курс, 6 семестр	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся.	Объем часов	Уровень освоения ¹
1	2	3	4
Классическое машинное обучение			
Тема 1. Построение модели		18/18	
	Содержание учебного материала	18	
	1. Работа с пропусками, переменными. Поиск выбросов и генерация новых признаков. Кейс-стади. Статистические показатели.	2	
	2. Алгоритмы классификации: линейные методы, логистическая регрессия и SVM.	2	
	3. Деревья решений.	2	
	4. Алгоритмы регрессии: линейная и полиномиальная. Метрики близости.	2	
	5. Алгоритмы кластеризации.	2	
	6. Ансамблевые методы.	2	
	7. Функции потерь и оптимизация.	2	
	8. Оценка точности модели, переобучение, регуляризация.	2	
	9. Улучшение качества модели. Улучшенные алгоритмы классификации.	2	
	Практические занятия	18	
	Практическая работа №1. Предобработка данных.	2	
	Практическая работа №2. Логистическая регрессия и SVM.	2	
	Практическая работа №3. Деревья.	2	
	Практическая работа №4. Алгоритм KNN в задачах регрессии и классификации.	2	
	Практическая работа №5. Алгоритмы кластеризации.	2	
	Практическая работа №6. Использование ансамблей моделей.	2	
	Практическая работа №7. Функции потерь и оптимизация.	2	
	Практическая работа №8. Оценка точности модели.	2	
	Практическая работа №9. Улучшение качества модели.	2	
Тема 2. Рекомендательные системы		10/6	
	Содержание учебного материала	10	
	10. Введение и классификация рекомендательных систем.	2	
	11. Рекомендации на основе содержания.	2	
	12. Коллаборативная фильтрация.	2	
	13. Рекомендации на основе скрытых факторов.	2	
	14. Гибридные рекомендательные системы.	2	
	Практические занятия	6	
	Практическая работа №10. RS content-based.	2	
	Практическая работа №11. RS collaborative filtering.	2	
	Практическая работа №12. RS hybrid.	2	
Тема 3. Временные ряды		10/10	
	Содержание учебного материала	10	
	15. Временные ряды, общая теория.	2	
	16. Элементарные алгоритмы обработки временных рядов.	2	

¹ Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

	17. Модели ARIMA и GARCH, прогнозирование значений на их основе.	2	
	18. Марковские случайные процессы, построение марковских моделей для временных рядов, прогнозирование значений.	2	
	19. Разладка временных рядов и нахождение аномалий.	2	
	Практические занятия	10	
	Практическая работа №13. Знакомство с временными рядами.	2	
	Практическая работа №14. Алгоритмы обработки временных рядов.	2	
	Практическая работа №15. Прогнозирование значений.	2	
	Практическая работа №16. Построение марковских моделей для временных рядов.	2	
	Практическая работа №17. Выявление аномалий временных рядов.	2	
Нейронные сети и глубокое обучение			
Тема 4. Нейронные сети		18/20	
	Содержание учебного материала		
	20. Персептрон.	2	
	21. Многослойная нейронная сеть.	2	
	22. Сверточные сети.	2	
	23. Современные сверточные архитектуры.	2	
	24. Рекуррентные сети.	2	
	25. Недостатки рекуррентных сетей.	2	
	26. Построение многослойных рекуррентных сетей.	2	
	27. Алгоритмы внимания.	2	
	28. Генеративные сети. Архитектура. Дискриминатор.	2	
	Практические занятия		
	Практическая работа №18. Персептрон.	2	
	Практическая работа №19. Многослойная нейронная сеть.	2	
	Практическая работа №20. Сверточные сети.	2	
	Практическая работа №21. Применение сверточных архитектур.	2	
	Практическая работа №22. Рекуррентные сети.	2	
	Практическая работа №23. Рекуррентные сети.	2	
	Практическая работа №24. Построение многослойных рекуррентных сетей.	2	
	Практическая работа №25. Внедрение алгоритма внимания.	2	
	Практическая работа №26-27. GAN	4	
Тема 5. Компьютерное зрение		8/8	
	Содержание учебного материала	8	
	29. Теория обработки изображений.	2	
	30. Детекция объектов.	2	
	31. Семантическая сегментация и подготовка датасета.	2	
	32. Перенос стиля.	2	
	Практические занятия	8	
	Практическая работа №28. Детекция объектов.	2	
	Практическая работа №29-30. Сегментация изображений.	4	
	Практическая работа №31. Перенос стиля.	2	
Тема 6. Обработка естественного языка		6/8	
	Содержание учебного материала	6	
	33. Векторная языковая модель. Дистрибутивная семантика (word2vec, GloVe, AdaGram). WMD.	2	
	34. Задача классификации в АОТ.	2	
	35. Извлечение информации: именованные сущности, отношения, факты, события. Slot filling.	2	
	Практические занятия	8	

	Практическая работа №32-33. Построение языковой модели.	4	
	Практическая работа №34-35. Машинный перевод.	4	
	Консультация	4	
	Подготовка к дифференцированному зачету.	4	
	Самостоятельная работа обучающихся	8	
	Решение практических заданий.	8	
	Дифференцированный зачет	4	
	Всего:	156	
		70/70/8/4/4	

3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Общие сведения

1.	Цикловая комиссия	Информатики
2.	Специальность	09.02.07 Информационные системы и программирование очная форма обучения
3.	Дисциплина	ОП.15.В Машинное обучение
4.	Форма аттестации по учебной дисциплине	Дифференцированный зачет

3.2. Перечень формируемых знаний, умений и компетенций

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 1 - 09 ПК 5.1 ПК 5.4 ПК 5.5 ПК 5.7	У.1 выполнять предварительную обработку данных и отбор признаков; У.2 анализировать данные; У.3 определять назначение, выбирать методы и средства для построения моделей машинного обучения и нейронных архитектур; У.4 проверять качество моделей машинного обучения и нейронных архитектур; У.5 интерпретировать полученные результаты в терминах прикладной области с целью получения новых знаний и выводов.	3.1 методы предварительной обработки данных и методы отбора информативных признаков; 3.2 основной аппарат анализа данных; 3.3 принципы и инструменты построения моделей машинного обучения и нейронных архитектур; 3.4 знать основные метрики качества моделей машинного обучения и нейронных архитектур; 3.5 современное состояние исследований в области машинного обучения.

3.3. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Раздел Тема	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы	Результаты обучения: умения, знания	Показатели оценки результата	Вид контроля	Форма проверки	Задания № приложения (УМК)
Тема 1. Построение модели	ОК 1 - 09 ПК 5.1 ПК 5.4 ПК 5.5 ПК 5.7	У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5	Знает: - основные понятия и направления классического машинного обучения; - начальный аппарат анализа данных; - принципы построения моделей классического машинного обучения; Умеет: - проводить анализ предметной области; - определять назначение, выбирать методы и средства для построения моделей классического машинного обучения; - строить модели классического машинного обучения.	Текущий	Практическая работа	[4, пр/р №№1-9]
Тема 2. Рекомендательные системы	ОК 1 - 09 ПК 5.1 ПК 5.4 ПК 5.5 ПК 5.7	У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5	Знает: - основные понятия рекомендательных систем; - начальный аппарат анализа данных; - принципы построения рекомендательных систем; Умеет: - проводить анализ предметной области;	Текущий	Практическая работа	[4, пр/р №№10-12]

			<ul style="list-style-type: none"> - определять назначение, выбирать методы и средства для построения рекомендательных систем; - строить рекомендательные системы. 			
Тема 3. Временные ряды	<p>ОК 1 - 09 ПК 5.1 ПК 5.4 ПК 5.5 ПК 5.7</p>	<p>У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия временных рядов; - начальный аппарат анализа данных; - алгоритмы обработки временных рядов; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить анализ предметной области; - определять назначение, выбирать методы и средства для анализа и поиска аномалий временных рядов; - строить прогнозы значений. 	Текущий	Практическая работа	[4, пр/р №№13-17]
Тема 4. Нейронные сети	<p>ОК 1 - 09 ПК 5.1 ПК 5.4 ПК 5.5 ПК 5.7</p>	<p>У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия нейронных сетей; - принципы построения нейронных сетей; - построение циклов обучения нейронных архитектур; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать с многомерными свёртками; - обучать генератор выбирать данные из линейной регрессии; - строить многослойную сеть с слоями для регуляризации; - использовать различные 	Текущий	Практическая работа	[4, пр/р №№18-27]

			<p>элементы архитектур для проектирования и создания сетей;</p> <ul style="list-style-type: none"> - строить рекуррентные нейронные сети с использованием embedding слоя; - использовать различные рекуррентные ячейки (GRU, LSTM); - строить многослойные и двунаправленные нейронные сети; - встраивать механизм внимания в рекуррентные сети; 			
Тема 5. Компьютерное зрение	ОК 1 - 09 ПК 5.1 ПК 5.4 ПК 5.5 ПК 5.7	У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия нейронных сетей; - основные задачи компьютерного зрения по детекции объектов, семантической сегментации и модификации изображений; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать готовые реализации структурных элементов алгоритмов для детекции на основе нейронных сетей, используя пакет torchvision; - строить нейронные сети типа U-net для решения задачи семантической сегментации. 	Текущий	Оценка выполнения самостоятельных заданий	[2, №№ 1, 2]
					Практическая работа	[4, пр/р№№28-31]

Тема 6. Обработка естественного языка	ОК 1 - 09 ПК 5.1 ПК 5.4 ПК 5.5 ПК 5.7	У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия языковых моделей; - основные задачи по работе с текстом: классификация, перевод, получение векторных представлений текста; - принципы построения языковых моделей; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строить векторизаторы слов на основе нейронных сетей; - строить языковые модели; - реализовывать NLP с нуля, от классических RNN, GRU и LSTM до топовых Encoder-Decoder архитектур. 	Текущий	Оценка выполнения самостоятельных заданий	[2, №№ 3, 4]
					Практическая работа	[4, пр/р №№32-35]

3.4. Порядок и условия организации итоговой аттестации по дисциплине

Форма проведения	дифференцированный зачет
Требования к обучающемуся по допуску к итоговой аттестации	выполнить 30 практических работ Если обучающийся в ходе изучения дисциплины выполнил 35 практических работ со средней суммарной оценкой 4,0 и выше, то он имеет право на выставление соответствующей оценки по дифференцированному зачету без его сдачи
Количество заданий для 1 студента	по количеству обучающихся
Время выполнения задания	180 мин
Оборудование и инструменты, необходимые при выполнении работы	– рабочее место преподавателя; – посадочные места по количеству обучающихся
Литература, использование которой разрешено при выполнении работы	не предусмотрено

Примерные задания для итогового зачета

1) Реализуйте алгоритм kNN классификации по k ближайшим соседям, используя простое евклидовое расстояние. Представьте экзаменатору ваше решение.

2) Реализуйте алгоритм k-means для кластеризации на 2-4 кластера. Представьте экзаменатору ваше решение.

3) Реализуйте алгоритм DBSCAN, найдите параметры для кластеризации на 4 кластера. Представьте экзаменатору ваше решение.

4) Постройте модель рекомендаций item-user на основе явных факторов (explicit feedback) на dataset'e Delicious Bookmarks. Оцените качество построенной модели. Представьте экзаменатору ваше решение.

5) Реализуйте алгоритм линейной регрессии и полиномиальной регрессии (для датасета noisysine – степеней от 2 до 5, для датасета hydrodynamics – степени 2) без регуляризации. Представьте экзаменатору ваше решение.

6) Примените метод SVM (например, из библиотеки sklearn) для датасета blobs2. Визуализируйте результат (разбиение плоскости и опорные вектора) при разных вариантах ядер (линейное; полиномиальное степеней 2,3,5; RBF). Представьте экзаменатору ваше решение.

7) Реализуйте алгоритмы построения дерева с критерием информационного выигрыша и критерием Джини и определению класса по мажоритарному классу в листе. Найдите оптимальную глубину дерева в обоих случаях (в отрезке 2-10). Представьте экзаменатору ваше решение.

8) Реализуйте алгоритм логистической регрессии со стохастическим градиентным спуском, обучите его на датасете spambase_old (train) и проверьте на датасете spambase_new (val). Получите ROC кривые для вариантов без нормировки и с нормировкой признаков. Представьте экзаменатору ваше решение.

9) Модифицируйте модель, заменив последний нейрон на 10 нейронов, и реализовав мультиклассовую классификацию с softmax в качестве решающей функции и кросс-энтропией в качестве функции потерь и обучите на подготовленном датасете mnist. Представьте экзаменатору ваше решение.

Критерии оценивания

Уровень	Оценка	Критерии
Недостаточный	1	Работа отсутствует.
Начальный	2	Работа сделана неправильно.
Средний	3	Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенного

		задания; дает неполный ответ; выбор алгоритма решения задания не аргументирован; допущены ошибки.
Достаточный	4	Обучающийся демонстрирует знания теоретического и практического материала, допуская 1-2 ошибки в аргументации при правильном выборе методов решения; в решении допущены неточности.
Высокий	5	Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала, допуская незначительные неточности в аргументации при правильном выборе метода решения; задание выполнено правильно и аккуратно.

3.5. Типовые контрольные задания и методические материалы для текущего и промежуточного контроля

Пример практической работы

Тема: Использование ансамблей моделей.

Цель: отработать практические навыки по ансамблированию моделей.

Задание: в данной работе предлагается решить задачу мультиклассовой классификации для датасета флагов различных стран (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Flags>)

План выполнения:

1. Загрузить данные.
2. Провести описательный анализ предложенных данных.
3. Предложить стратегию по работе с категориальными переменными.
4. Провести углубленный анализ данных (корреляции переменных, визуализация взаимосвязей).
5. Следует ли увеличивать/уменьшать размерность признакового множества (какой подход выдает лучшие результаты)?
6. Следует ли балансировать классы путем oversampling/undersampling? (улучшает ли подход результаты).
7. Сделать кросс-валидацию данных с использованием подхода K-fold (n_folds=3).
8. Решить задачу мультиклассовой классификации и предсказать религию страны (religion) по деталям ее флага.
9. Рассчитать Feature Importances для переменных модели.
10. Проверить качество классификации с использованием следующих метрик: Accuracy, F1-Score, Precision, Recall.
11. Построить Confusion Matrix для ваших результатов.
12. Представить ipythonnotebook с результатами работы.

Критерии оценивания выполнения практической работы

Уровень	Оценка	Критерии
Недостаточный	1	Работа отсутствует.
Начальный	2	Работа сделана неправильно.
Средний	3	Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенного задания; выбор алгоритма решения задания возможен при помощи учителя; не может самостоятельно использовать значительную часть знаний программного материала; допускает ошибки и неаккуратно выполняет задание; затрудняется самостоятельно использовать справочную литературу.
Достаточный	4	Обучающийся демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская 1-2 ошибки при правильном выборе алгоритма; самостоятельно

		использует знания программного материала; в основном, правильно и аккуратно выполняет задание; умеет пользоваться справочной литературой.
Высокий	5	Обучающийся демонстрирует полное знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении заданий при правильном выборе алгоритма; самостоятельно использует знания программного материала; правильно и аккуратно выполняет задание; умеет пользоваться справочной литературой.

Пример задачи для самостоятельного выполнения

В предложенных файлах информация с публичных слушаний Москвы по правилам землепользования и застройки. В них комментарии жителей города были застенагрофированы, проклассифицированы (за/против) и нанесены на карту. Данные предоставлены в 2 вариантах, для задания можно использовать любой:

geo_comment.xlsx

- comment – комментарий одного или списка жителей о проекте;
- multiplier - количество авторов комментария (может быть 1, может быть список);
- x, y - координаты адреса, по которому был дан определённый комментарий;
- comment_class - за (1) / против (-1).

geo.xlsx - те же данные, но без текстов комментариев и по 1 голосу на строку (ранее в 1 строке могло быть multiplier > 1 голоса):

- x, y - координаты адреса, по которому был дан определённый комментарий;
- comment_class - за (1) / против (-1).

Обязательное задание:

1. визуально разделить город на районы безотносительно голосов (провести кластеризацию и вывести картинку);
2. аналогично исследовать скопления голосов за и против отдельно;
3. подобрать оптимальное число кластеров;
4. представить ipythonnotebook с результатами работы.

Дополнительные задания:

1. найти наиболее активные в голосовании районы (подсказка: DBSCAN, неплотные районы обозначены одной меткой и закрашены одним цветом, `map='gray'`);
2. выделить основные тематики комментариев жителей, можно использовать всю имеющуюся дополнительную информацию.

Критерии оценивания выполнения задач

Уровень	Оценка	Критерии
Недостаточный	1	Задача не решена.
Начальный	2	Задача решена неправильно.
Средний	3	Задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе средств; задача решена не полностью или в общем виде.
Достаточный	4	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор средств для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
Высокий	5	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе средств и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению дисциплины ОП.15.В «Машинное обучение», обучающемуся необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы.

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются урок и практические занятия.

В ходе урока преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Во время занятий необходимо вести конспект. Преподаватель дает на уроке задания для закрепления пройденного материала, организует и оказывает обучающемуся помощь в самостоятельной работе во время урока, дает рекомендации на подготовку к практической работе и указания на выполнение домашней работы. Во время урока преподаватель также проводит проверку теоретических знаний по теме прошлого урока. Активное участие обучающегося во всех этапах занятия, позволит ему качественно усвоить необходимый теоретический и практический материал, разобраться в основных вопросах и получить дополнительные необходимые для понимания и дальнейшей практической деятельности рекомендации преподавателя.

Целями практических занятий является:

- 1) обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам;
- 2) формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- 3) развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов; аналитических, проектировочных, конструктивных и др.
- 4) выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия вырабатывают у обучающихся навыки применения полученных знаний для решения профессиональных практических задач. На практических занятиях обучающиеся выполняют тренировочные упражнения, решают задачи, разбирают производственные ситуации, занимаются построением графиков, сравнительных таблиц, схем, изготовлением макетов, моделированием и т. д.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимися в целях:

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- развитие исследовательских умений;
- умение использовать материал, собранный и полученный в ходе самостоятельных занятий для решения практических задач.

В ходе изучения дисциплины предусмотрена внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа в объеме 4 часов.

Внеаудиторная самостоятельная работа дополняет содержание аудиторных занятий, способствует закреплению, обобщению и систематизации полученных на уроках теоретических знаний, и совершенствованию практических умений, а также развитию таких качеств личности, как ответственность и организованность.

Объем времени для выполнения учебного задания определен эмпирически - на основании наблюдений за выполнением обучающимися аудиторной самостоятельной работы; на основе опроса обучающихся о затратах времени на выполнение того или иного внеаудиторного задания; на основе хронометража собственных затрат преподавателя на решение той или иной задачи с внесением поправочного коэффициента из расчета уровня знаний и умений обучающегося по дисциплине.

Оценка за выполнение домашнего задания выставляется в журнал учебных занятий.

Дополнительные занятия и консультации позволяют обучающемуся восполнить пробелы в знаниях под руководством преподавателя, выполнить пропущенную работу, за которую должна стоять оценка, повысить оценку, обсудить вопросы, направленные на углубленное изучение темы, получить консультацию преподавателя по теме научно-исследовательской работы.

4.1. Технологическая карта практических работ

№ занятия	Тема практической работы	Кол. часов	Задание	Литература со стр.
Тема 1. Построение модели				
3	Практическая работа №1. Предобработка данных.	2	Необходимо решить задачу мультиклассовой классификации для датасета флагов различных стран.	[4, пр/р№1]
5	Практическая работа №2. Логистическая регрессия и SVM.	2	Имеются данные adult.csv. Целевой переменной является уровень дохода income. Необходимо построить модель логистической регрессии, которая предсказывает уровень дохода человека. При возможности попробуйте улучшить точность предсказаний (метод score) с помощью перебора признаков.	[4, пр/р№2]
7	Практическая работа №3. Деревья.	2	Взять подготовленные ранее данные из задачи Titanic, обучиться на них с помощью дерева решений.	[4, пр/р№3]
9	Практическая работа №4. Алгоритм KNN в задачах регрессии и классификации.	2	Задание 1 Необходимо для каждой распознанной фамилии вывести на экран наиболее подходящий вариант из стартового протокола. Задание 2 Постройте модель kNN для распознавания цифр. Посчитайте получившееся значение точности.	[4, пр/р№4]
11	Практическая работа №5. Алгоритмы кластеризации.	2	Реализовать кластеризацию DBSCAN на различных наборах данных moon	[4, пр/р№5]
13	Практическая работа №6. Использование ансамблей моделей.	2	1. Задачу регрессии – предскажем цены на недвижимость. Использовать датасет train.csv 2. Данных немного, поэтому необходимо использовать 10-fold кросс-валидацию для оценки качества моделей 3. Построить случайный лес, вывести важность признаков 4. Обучить стекинг как минимум 3х моделей, использовать хотя бы 1 линейную модель и 1 нелинейную 5. Для валидации модели 2-го уровня использовать отдельный hold-out датасет, как на занятии Показать, что использование ансамблей моделей действительно улучшает качество (стекинг vs другие модели сравнивать на hold-out)	[4, пр/р№6]
15	Практическая работа №7. Функции потерь и оптимизация.	2	Прочитать про методы оптимизации для нейронных сетей https://habr.com/post/318970/ Реализовать самостоятельно логистическую регрессию Обучить ее методом градиентного спуска, методом nesterov momentum, методом rmsprop В качестве dataset'а взять Iris, оставив 2 класса: Iris Versicolor Iris Virginica	[4, пр/р№7]

17	Практическая работа №8. Оценка точности модели.	2	Дана статистика пользователей adult.csv. Получите значения AUC для различных моделей и их параметров.	[4, пр/р№8]
19	Практическая работа №9. Улучшение качества модели.	2	Для выполнения домашнего задания необходимо взять boston house-prices dataset (sklearn.datasets.load_boston) и для задачи регрессии попробовать разные алгоритмы, поподбирать параметры, вывести итоговое качество	[4, пр/р№9]
Тема 2. Рекомендательные системы				
21	Практическая работа №10. RS content-based.	2	Использовать dataset MovieLens Построить рекомендации (регрессия, предсказываем оценку) на фичах: TF-IDF на тегах и жанрах, средние оценки (+ median, variance, etc.) пользователя и фильма Оценить RMSE на тестовой выборке Пакет surprise. Используйте данные MovieLens 1M, можно использовать любые модели из пакета, получите RMSE на тестовом сете 0.87 и ниже. Качество RMSE считать на основе CrossValidation (5 фолдов)	[4, пр/р№10]
23	Практическая работа №11. RS collaborative filtering.	2	Требуется построить модель рекомендаций на основе явных и скрытых факторов (explicit и implicit) на основе dataset'a Delicious Bookmarks Качество RMSE посчитать на основе CrossValidation (5 фолдов), а не отложенном датасете.	[4, пр/р№11]
25	Практическая работа №12. RS hybrid.	2	На датасете ml-latest применить разобранные подходы гибридным системам	[4, пр/р№12]
Тема 3. Временные ряды				
27	Практическая работа №13. Знакомство с временными рядами.	2	Проанализируйте ряды (файл в приложении к пр/р), сделайте их стационарными.	[4, пр/р№13]
29	Практическая работа №14. Алгоритмы обработки временных рядов.	2	Взять из практической работы ряд (в двух вариантах – стационарный и нет) и приблизить оба эти варианта моделями из класса MA. Оценить качество и прислать соображения почему была выбрана та или иная модель	[4, пр/р№14]
31	Практическая работа №15. Прогнозирование значений.	2	Скачайте текст войны и мир. Очистите его, оставив только русские буквы и символы пробела. Постройте матрицу переходных вероятностей. Посчитайте вероятность встретить строку из 4-х символов, которая начинается п, а кончается на р; Используя матрицу переходных вероятностей сгенерируйте слово, начинающееся с буквы “Б” и имеющее длину 8-мь символов	[4, пр/р№15]
33	Практическая работа №16. Построение марковских моделей для временных рядов.	2	Выберите ряд (файл во вложении) и оцените его через НММ. Попробуйте “построить” (через среднее каждой компоненты) наивный прогноз ряда.	[4, пр/р№16]
35	Практическая работа №17. Выявление аномалий временных рядов.	2	Выберите ряд (файл в приложении к пр/р), на котором происходит аномалия. Примените к нему все 4 способа поиска аномалий.	[4, пр/р№17]

Тема 4. Нейронные сети				
37	Практическая работа №18. Персептрон.	2		[4, пр/р№18]
39	Практическая работа №19. Многослойная нейронная сеть.	2	Постройте модель для классификации FashionMNIST. Попробуйте получить качество на тестовой выборке не ниже 88%	[4, пр/р№19]
41	Практическая работа №20. Сверточные сети.	2	Построить сверточную сеть для классификации изображений растений в предложенном датасете. Оценить качество предсказания. Применить на тестовых изображениях.	[4, пр/р№20]
43	Практическая работа №21. Применение сверточных архитектур.	2	Датасет https://www.kaggle.com/ajayrana/hymenoptera-data/kernels 1)Обучите на нем модели ResNet 18 и VGG 16 с нуля (5-10 эпох) 2)Обучите на нем модели ResNet 18 и VGG 16 с использованием FineTuning (5-10 эпох) 3)Добавьте аугментацию данных к пункту 2Сравните качество всех 3 полученных подходов Дополнительное задание: Примените FineTuning ResNet 18 к FashionMnist. Удалось ли увидеть резкое увеличение качества?	[4, пр/р№21]
45	Практическая работа №22. Рекуррентные сети.	2	Обучите нейронную сеть решать шифр цезаря. 1) Напишите алгоритм шифра цезаря для генерации выборки (сдвиг на K каждой буквы. Например, при сдвиге на 2 буква “А” переходит в букву “В” и тп) 2) Реализуйте нейронную сеть 3) Обучите ее (вход – зашифрованная фраза, выход – дешифрованная фраза) 4) Проверьте качество	[4, пр/р№22]
47	Практическая работа №23. Рекуррентные сети.	2	Сгенерируйте последовательности, которые бы состояли из цифр (от 0 до 9) и которые бы задавались следующим образом: x – последовательность цифр $y_1 = x_1, y(i) = x(i) + x(1)$. Если $y(i) \geq 10$, то $y(i) = y(i) - 10$ Научите модель предсказывать $y(i)$ по $x(i)$ Опробуйте RNN, LSTM, GRU	[4, пр/р№23]
49	Практическая работа №24. Построение многослойных рекуррентных сетей.	2	1) Возьмите англо-русскую пару фраз (https://www.manythings.org/anki/) 2) Обучите на них seq2seq по аналогии с занятием. Оцените полученное качество 3) Попробуйте добавить +1 рекуррентный в encoder и decoder 4) Попробуйте заменить GRU ячейки на lstm-ячейки. Оцените качество во всех случаях	[4, пр/р№24]
51	Практическая работа №25. Внедрение алгоритма внимания.	2	Возьмите англо-русскую пару фраз (https://www.manythings.org/anki/) Обучите на них seq2seq with attention: 1) На основе скалярного произведения 2) На основе MLP Оцените качество	[4, пр/р№25]
53	Практическая работа №26-27. GAN	4	Сделайте генератор лиц аниме на основе датасета https://www.kaggle.com/soumikrakshit/anime-	[4, пр/р№26-27]

			faces(можно взять часть данных)	
Тема 4. Компьютерное зрение				
55	Практическая работа №28. Детекция объектов.	2	Решить задачу детекции на основе SSD для датасета https://github.com/Shenggan/BCCD_Dataset Реализация SSD – https://github.com/sgrvinod/a-PyTorch-Tutorial-to-Object-Detection	[4, пр/р№28]
57	Практическая работа №29-30. Сегментация изображений.	4	Обучить Unet сегментировать сгенерированные кружочки. Код для генерации: https://colab.research.google.com/drive/1Fum-Udmayf60qfJA14N5z8hgUH6_uoTc	[4, пр/р№29-30]
61	Практическая работа №31. Перенос стиля.	2	Выполнить стилизацию изображения. 1) Возьмите MNIST, обучите на нем сетку (LeNet) 2) Возьмите какое-нибудь изображение (из mnist'a) 3) Обучите шум, который при добавлении к оригинальной картинке, заставит ее ошибаться в пользу другого класса	[4, пр/р№31]
Тема 5. Обработка естественного языка				
64	Практическая работа №32-33. Построение языковой модели.	4	1. Скачать датасет с фразами симпсонов – https://github.com/sujanjoecob/Text-mining-with-Simpsons-Data 2. Обучить word2vec на фразах персонажей 3. Визуализировать embeddings по самым частотным словам (top 1000) 4. Найти самые близкие слова для: homer – marge + bart bart – lisa + school marge – homer + home 5* попробовать построить классификатор bart/lisa с использованием этих эмбеддингов	[4, пр/р№32-33]
66	Практическая работа №34-35. Машинный перевод.	4	Реализуйте задачу машинного перевода с использованием transformer. Датасет: http://www.manythings.org/anki/	[4, пр/р№34-35]
ИТОГО		70		

4.2 Задания для самостоятельной работы обучающихся

№ дом. задания	Наименование разделов, тем, занятий	Задание для внеаудиторной самостоятельной работы	Примерный объем времени на выполнение, час	Форма контроля
55	Извлечение признаков изображения, поиск по картинкам.	Построить классификатор изображений рукописного ввода на базе MNIST на признаках, полученных в результате предобработки изображений, например, гистограммы градиентов (HOG) или результат PCA преобразования.	2	Проверка выполнения практического задания.
58	Применение рекуррентных сетей в задачах анализа изображений.	Используя предложенный датасет, реализовать распознавание автомобильных номеров.	2	Проверка выполнения практического задания.

62	Векторная модель и методы снижения размерности в ней. Информационный поиск. Тематическое моделирование (LSA, LDA, HDP).	На предложенном наборе данных предсказать категорию (бизнес, развлечения и т. д.) новостной статьи с учетом только ее заголовка. https://www.kaggle.com/akashram/topic-modeling-intro-implementation	2	Проверка выполнения практического задания.
63	Дистрибутивная семантика (word2vec, GloVe, AdaGram). WMD.	Построить сжатые векторные представления слов с помощью word2vec, GloVe, FastText, StarSpace на коллекции текстов русской википедии download.wikimedia.org/ruwiki/latest/ruwiki-latest-pages-articles.xml.bz2	2	Проверка выполнения практического задания.
ИТОГО			8	

5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Наименование кабинета, лаборатории, мастерских и т.д.	Перечень основного оборудования
Лаборатория Организации и принципов построения информационных систем	<p><i>Технические средства обучения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Блоки системные – Мониторы ЖК – Сетевые коммутаторы ProCurve – Стационарный мультимедийный комплекс <p><i>Оборудование учебного кабинета:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – учебные столы – стол для преподавателя – доска аудиторная 1-элементная <p><i>Программное обеспечение</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Windows Home 10 Russian OLP NL Academic Edition Legalization GetGenuine; Windows Professional 10 Russian Upgrade OLP NL Academic Edition – MS Office Pro Plus 2019 – Браузеры(Firefox, Chrome) – Adobe Reader (Proprietary software) – Архиватор7zip (LGPL License) – Python 3 с подключенными библиотеками (дистрибутив Anaconda + JupyterNotebook)
Помещение для самостоятельной работы студентов	<ul style="list-style-type: none"> – Мебель – Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду – Копир-принтер Sharp AR с крышкой и пусковым комплектом – Сканеры HPScanJet 200 (L2734A)

5.2. Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основная литература:

1. Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, — 243 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-

534-07818-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblionline.ru/bcode/442315>

2. Комплект заданий для самостоятельного выполнения по дисциплине ОП.15 Машинное обучение. - МАГУ, 2021.

3. Мюллер, А. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными/ А. Мюллер А., С. Гвидо.; пер. с англ. Груздев А. А. — Москва: Вильямс, 2017. — 480с. ISBN: 978-5-9908910-8-1. — Режим доступа: https://codernet.ru/books/python/vvedenie_v_mashinnoe_obuchenie_s_pomoshhyu_python/

4. Сборник методических указаний к выполнению практических работ по дисциплине ОП.15 Машинное обучение. - МАГУ, 2021.

Дополнительная литература:

5. Балджы, А.С. Математика на Python : учебно-методическое пособие / А.С. Балджы, М.Б. Хрипунова, И.А. Александрова ; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. — Москва : Прометей, 2018. — Ч. 1. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии. — 76 с. : табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494849> — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-907003-86-6. — Текст : электронный.

6. Плас Дж. Вандер Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 576 с.

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

7. Онлайн платформа для проектов в области науки о данных. - <https://www.kaggle.com>

8. Ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. - <http://machinelearning.ru>

9. Numpy and Scipy Documentation — Numpy and Scipy documentation. — Режим доступа: <https://docs.scipy.org/doc/>

10. pandas - Python Data Analysis Library. — Режим доступа: <https://pandas.pydata.org/>

6. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ

Не предусмотрено.

7. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Содержание профессионального образования и условия организации обучения в ФГБОУ ВО «МАГУ» обучающихся (слушателей) с ограниченными возможностями здоровья определяются адаптированной образовательной программой (при необходимости), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Обучение по образовательной программе среднего профессионального образования обучающихся (слушателей) с ограниченными возможностями здоровья осуществляется ФГБОУ ВО «МАГУ» с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких лиц.

В ФГБОУ ВО «МАГУ» созданы специальные условия для получения образования обучающимися (слушателями) с ограниченными возможностями здоровья.

Под специальными условиями для получения среднего профессионального образования обучающихся (слушателей) с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития таких лиц, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся (слушателям) необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания ФГБОУ

ВО «МАГУ» и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ лицам с ограниченными возможностями здоровья.

В целях доступности получения образования обучающимися (слушателям) с ограниченными возможностями здоровья ФГБОУ ВО «МАГУ» обеспечивается:

– для слушателей с ограниченными возможностями здоровья по слуху услуги сурдопереводчика и обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

– для обучающихся (слушателей), имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия обеспечивают возможность беспрепятственного доступа в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения ФГБОУ ВО «МАГУ», а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Образование обучающихся (слушателей) с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися (слушателями), так и в отдельных группах. Численность лиц с ограниченными возможностями здоровья в учебной группе устанавливается до 15 человек.

С учетом особых потребностей обучающихся (слушателей) с ограниченными возможностями здоровья ФГБОУ ВО «МАГУ» обеспечивается предоставление учебных, лекционных материалов в электронном виде.

С учетом особых потребностей обучающихся (слушателей) с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена возможность обучения по индивидуальному плану.

КАЛЕНДАРНО – ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ занятия	Наименование разделов, тем занятий	Количество аудиторных часов	Из них с использованием активных и интерактивных форм проведения занятий	Вид занятия	Внеаудиторная (самостоятельная) работа	
					Содержание задания	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6	7
3 курс, 6 семестр						
Тема 1. Построение модели						
1.	1. Работа с пропусками, переменными. Поиск выбросов и генерация новых признаков. Кейс-стади. Статистические показатели.	2	2	урок		
2.	<i>Практическая работа №1. Предобработка данных.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
3.	2. Алгоритмы классификации: линейные методы, логистическая регрессия и SVM.	2	2	урок		
4.	<i>Практическая работа №2. Логистическая регрессия и SVM.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
5.	3. Деревья решений.	2	2	урок		
6.	<i>Практическая работа №3. Деревья.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
7.	4. Алгоритмы регрессии: линейная и полиномиальная. Метрики близости.	2	2	урок		
8.	<i>Практическая работа №4. Алгоритм KNN в задачах регрессии и классификации.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
9.	5. Алгоритмы кластеризации.	2	2	урок		
10.	<i>Практическая работа №5. Алгоритмы кластеризации.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
11.	6. Ансамблевые методы.	2	2	урок		
12.	<i>Практическая работа №6. Использование ансамблей моделей.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
13.	7. Функции потерь и оптимизация.	2	2	урок		
14.	<i>Практическая работа №7. Функции потерь и оптимизация.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
15.	8. Оценка точности модели, переобучение, регуляризация.	2	2	урок		
16.	<i>Практическая работа №8. Оценка точности модели.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
17.	9. Улучшение качества модели. Улучшенные алгоритмы классификации.	2	2	урок		
18.	<i>Практическая работа №9. Улучшение качества модели.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
Тема 2. Рекомендательные системы						
19.	10. Введение и классификация рекомендательных систем.	2	2	урок		
20.	11. Рекомендации на основе содержания.	2	2	урок		
21.	<i>Практическая работа №10. RS content-based.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
22.	12. Коллаборативная фильтрация.	2	2	урок		
23.	<i>Практическая работа №11. RS collaborative filtering.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
24.	13. Рекомендации на основе скрытых	2	2	урок		

	факторов.					
25.	14. Гибридные рекомендательные системы.	2	2	урок		
26.	<i>Практическая работа №12. RS hybrid.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
	Тема 3. Временные ряды					
27.	15. Временные ряды, общая теория.	2	2	урок		
28.	<i>Практическая работа №13. Знакомство с временными рядами.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
29.	16. Элементарные алгоритмы обработки временных рядов.	2	2	урок		
30.	<i>Практическая работа №14. Алгоритмы обработки временных рядов.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
31.	17. Модели ARIMA и GARCH, прогнозирование значений на их основе.	2	2	урок		
32.	<i>Практическая работа №15. Прогнозирование значений.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
33.	18. Марковские случайные процессы, построение марковских моделей для временных рядов, прогнозирование значений.	2	2	урок		
34.	<i>Практическая работа №16. Построение марковских моделей для временных рядов.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
35.	19. Разладка временных рядов и нахождение аномалий.	2	2	урок		
36.	<i>Практическая работа №17. Выявление аномалий временных рядов.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
	Тема 4. Нейронные сети					
37.	20. Персептрон.	2	2	урок		
38.	<i>Практическая работа №18. Персептрон.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
39.	21. Многослойная нейронная сеть.	2	2	урок		
40.	<i>Практическая работа №19. Многослойная нейронная сеть.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
41.	22. Сверточные сети.	2	2	урок		
42.	<i>Практическая работа №20. Сверточные сети.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
43.	23. Современные сверточные архитектуры.	2	2	урок		
44.	<i>Практическая работа №21. Применение сверточных архитектур.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
45.	24. Рекуррентные сети.	2	2	урок		
46.	<i>Практическая работа №22. Рекуррентные сети.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
47.	25. Недостатки рекуррентных сетей.	2	2	урок		
48.	<i>Практическая работа №23. Рекуррентные сети.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
49.	26. Построение многослойных рекуррентных сетей.	2	2	урок		
50.	<i>Практическая работа №24. Построение многослойных рекуррентных сетей.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
51.	27. Алгоритмы внимания.	2	2	урок		
52.	<i>Практическая работа №25. Внедрение алгоритма внимания.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
53.	28. Генеративные сети. Архитектура. Дискриминатор.	2	2	урок		
54.	<i>Практическая работа №26-27. GAN</i>	4	4	<i>пр/з</i>		
	Тема 5. Компьютерное зрение					
55.	29. Теория обработки изображений.	2	2	урок	[2, № 1]	2
56.	30. Детекция объектов.	2	2	урок		
57.	<i>Практическая работа №28. Детекция</i>	2	2	<i>пр/з</i>		

	<i>объектов.</i>					
58.	31. Семантическая сегментация и подготовка датасета.	2	2	урок	[2, № 2]	2
59.	<i>Практическая работа №29-30. Сегментация изображений.</i>	4	4	<i>пр/з</i>		
60.	32. Перенос стиля.	2	2	урок		
61.	<i>Практическая работа №31. Перенос стиля.</i>	2	2	<i>пр/з</i>		
	Тема 6. Обработка естественного языка					
62.	33. Векторная языковая модель. Дистрибутивная семантика (word2vec, GloVe, AdaGram). WMD.	2	2	урок	[2, № 3]	2
63.	34. Задача классификации в АОТ.	2	2	урок	[2, № 4]	2
64.	<i>Практическая работа №32-33. Построение языковой модели.</i>	4	4	<i>пр/з</i>		
65.	35. Извлечение информации: именованные сущности, отношения, факты, события. Slot filling.	2	2	урок		
66.	<i>Практическая работа №34-35. Машинный перевод.</i>	4	4	<i>пр/з</i>		
	Всего:	70/70	140			8