

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР "ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ"

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
**МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Направление и направленность (профиль)  
01.03.04 Прикладная математика. Цифровая экономика

Год набора на ОПОП  
2023

Форма обучения  
очная

Владивосток 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Методы машинного обучения» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика (утв. приказом Минобрнауки России от 10.01.2018г. №11) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

*Борисов Р.П., ассистент, Научно-образовательный центр "Искусственный интеллект", Roman.Borisov@vvsu.ru*

*Кригер А.Б., кандидат физико-математических наук, доцент, Научно-образовательный центр "Искусственный интеллект", Aleksandra.Kriger@vvsu.ru*

Утверждена на заседании научно-образовательный центр "искусственный интеллект" от 05.06.2025 , протокол № 6

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кригер А.Б.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1582918206
Номер транзакции	0000000000DD7894
Владелец	Кригер А.Б.

## **1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)**

Целью освоения дисциплины «Методы машинного обучения» являются формирование у студентов компетенций в области использования технологий машинного обучения для анализа данных.

В ходе достижения цели решаются следующие задачи:

- изучение студентами стадий технологии машинного обучения;
- овладение студентами навыками работы с различными методами построения алгоритмов, способных обучаться;
- получение практических навыков реализации методов машинного обучения;
- создание основы для дальнейшего поэтапного формирования компетенций, составляющие которых перечислены и описаны в рабочей программе дисциплины.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
01.03.04 «Прикладная математика» (Б-ПМ)	ПКВ-3 : Способен осуществлять сбор, обработку и анализ больших данных	ПКВ-3.1к : Использует и совершенствует методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства для работы с большими данными	РД4	Знание	требований к проведению аналитических исследований для сбора, обработки и анализа больших данных методами машинного обучения
			РД5	Умение	проводить аналитические исследования по сбору, обработке и анализу больших данных методами машинного обучения
			РД6	Навык	проведения аналитических исследований для решения практических задач методами машинного обучения
	ПКВ-3.3к : Проводит аналитические исследования в соответствии с согласованными требованиями	РД1	Знание	методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств машинного обучения	
			РД2	Умение	использовать методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства машинного обучения для работы с большими данными
			РД3	Навык	программирования методов, моделей, алгоритмов машинного обучения с использованием современных технологий и инструментальных средств

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Целевые ориентиры воспитания

Воспитательные задачи		Формирование ценностей		Целевые ориентиры	
<b>Формирование научного мировоззрения и культуры мышления</b>					
Формирование осознания ценности научного мировоззрения и критического мышления		Гуманизм		Системное мышление	
<b>Формирование коммуникативных навыков и культуры общения</b>					
Формирование навыков публичного выступления и презентации своих идей		Взаимопомощь и взаимоуважение		Умение работать в команде и взаимопомощь	

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы машинного обучения» относится к БИН - обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, БПИ, БПМ - части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

### 3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обуче-ния	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо-емкость (З.Е.)	Объем контактной работы (час)						CPC	Форма аттес-тации
					Всего	Аудиторная			Внеауди-торная			
лек.	прак.	лаб.	ПА	КСР								
01.03.04 Прикладная математика	ОФО	Б1.В	5	3	55	18	36	0	1	0	53	3

## 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код ре-зультата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	CPC	
1	Основные понятия машинного обучения	РД2, РД3	2	2	0	3	реализованное практическое задание (python ноутбук)

2	Методы машинного обучения, основанные на статистических методах. Регрессии	РД2, РД3	4	6	0	10	реализованное практическое задание (python ноутбук)
3	Машинное обучение с учителем: классификация	РД2, РД3	6	4	0	8	реализованное практическое задание (python ноутбук)
4	Нейронные сети. Глубокое обучение	РД1, РД3	4	14	0	14	реализованное практическое задание (python ноутбук)
5	Решение прикладных задач методами машинного обучения	РД1, РД3	2	10	0	18	реализованное практическое задание (python ноутбук)
<b>Итого по таблице</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>53</b>	

#### **4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО**

*Тема 1 Основные понятия машинного обучения.*

Содержание темы: Системы искусственного интеллекта. Связь машинного обучения с системами искусственного интеллекта. Основные модели машинного обучения. Создание обучающей выборки. Типы выборок. Переобучение. Решающие деревья.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка отчетов по кейс-задачам, подготовка к выступлению с докладом, подготовка к промежуточной аттестации.

*Тема 2 Методы машинного обучения, основанные на статистических методах. Регрессии.*

Содержание темы: Понятие регрессии. Линейная регрессия. Логистическая регрессия. Обобщающая способность машинного обучения. Кросс-валидация.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка отчетов по кейс-задачам, подготовка к выступлению с докладом, подготовка к промежуточной аттестации.

*Тема 3 Машинное обучение с учителем: классификация.*

Содержание темы: Содержание темы: Понятие классификации. Ошибки классификатора. Логические методы классификации. Метод градиентного бустинга. Многоклассовая классификация.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка отчетов по кейс-задачам, подготовка к выступлению с докладом, подготовка к промежуточной аттестации.

*Тема 4 Нейронные сети. Глубокое обучение.*

Содержание темы: Однослойные нейронные сети. Модель нейрона. Архитектуры нейронных сетей. Основы глубокого обучения. Многослойные нейронные сети. Свёртка. Свёрточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка отчетов по кейс-задачам, подготовка к выступлению с докладом, подготовка к промежуточной аттестации.

*Тема 5 Решение прикладных задач методами машинного обучения.*

Содержание темы: Кластеризация, ансамблевые модели, прогнозирование в прикладных задачах. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка отчетов по кейс-задачам, подготовка к выступлению с докладом, подготовка к промежуточной аттестации.

## **5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)**

### **5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы**

Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Студент должен четко уяснить, что именно с лекции начинается его подготовка к практическому занятию. Вместе с тем, лекция лишь организует мыслительную деятельность, но не обеспечивает глубину усвоения программного материала.

При подготовке к практическому занятию особое внимание необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. В процессе подготовки к практическому занятию рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний.

При выполнении заданий необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и др. Решение выполняется подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки.

Самостоятельная работа также включает работу на практических занятиях, во время применения «Метода кооперативного обучения» студенты работают в малых группах (3 – 4 чел.) над заданиями, в процессе выполнения которых они могут совещаться друг с другом, а также обращаться за помощью к преподавателю.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Перед консультацией, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

#### **Общие требования и критерии оценки практических работ:**

**Требования к оборудованию:** дистрибутив языка программирования Python пакет Anaconda.

**Рекомендации по выполнению:** при выполнении работы следуйте правилам, о которых Вам рассказал преподаватель в ходе практической работы.

#### **Критерии оценки:**

Балл	Критерии оценки
0	Работа не выполнена.
5	Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим и практическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, неспособен ответить на дополнительные вопросы.
8	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим и практическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке

	собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
10	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим и практическим материалом, отсутствуют ошибки, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.

### **1. Практическая работа №1 «Машинное обучение. Решающие деревья»**

**Цель:** Использование решающих деревьев для практических задач.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** решающее дерево, интерпретируемость решающего дерева, антифрод-система.

### **2. Практическая работа №2 «Машинное обучение. Линейные модели»**

**Цель:** Изучение линейной регрессии.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** задача регрессии, реализация на языке программирования Python линейной регрессии.

### **3. Практическая работа №3 «Машинное обучение. Логистическая регрессия»**

**Цель:** Изучение логистической регрессии.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** реализация на языке программирования Python логистической регрессии.

### **4. Практическая работа №4 «Задача регрессии»**

**Цель:** Изучение задачи регрессии.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** области применения задач регрессии, переобучение, Обобщающая способность машинного обучения, кросс-валидация, ансамбль моделей машинного обучения, персонализированные предложения на основе транзакций.

### **5. Практическая работа №5 «Машинное обучение. Логические методы классификации»**

**Цель:** Изучение логистических методов классификации.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** решающее дерево, случайный лес (Random Forest), методы градиентного бустинга, реализация на языке программирования Python логистических методов классификации.

### **6. Практическая работа №6 «Построение метода решения методом градиентного бустинга»**

**Цель:** Использование машинного обучения для решения задачи из области анализа данных.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** изучение задачи из области анализа данных, метрика AUC ROC, ROC-кривая, метод градиентного бустинга, новые признаки, типы транзакций, МСС-коды, визуализация данных.

### **7. Практическая работа №7 «Однослойные нейронные сети»**

**Цель:** Изучение однослойных нейронных сетей.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** простейший пример однослоиной нейронной сети, архитектуры нейронных сетей, реализация на языке программирования Python однослоиной нейронной сети.

**8. Практическая работа №8 «Основы глубокого обучения. Модель нейрона»**

**Цель:** Изучение основ глубокого обучения.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** Основы глубокого обучения, типы нейронных сетей, модель нейрона, реализация на языке программирования Python модели нейрона с пороговой функцией активации, реализация на языке программирования Python модели нейрона с логистической функцией активации.

**9. Практическая работа №9 «Многослойные нейронные сети»**

**Цель:** Изучение многослойных нейронных сетей.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** Знакомство с фреймворком PyTorch, реализация одного нейрона и нейронных сетей на PyTorch, реализация многослойной нейронной сети на PyTorch.

**10. Практическая работа №10 «Многоклассовая классификация»**

**Цель:** Изучение задачи классификации объектов по нескольким классам.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** Эффективное обучение нейронных сетей, обучение на больших выборках, модификации градиентного спуска, помогающие ускорить обучение нейронных сетей.

**11. Практическая работа №11 «Сверточные нейронные сети»**

**Цель:** Изучение сверточных нейронных сетей.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** Операция свертки, сверточный и пулинг слои, операция свертки и пулинга, сверточные нейронные сети на PyTorch, dataset MNIST, техника Transfer Learning, архитектуры сверточных нейронных сетей.

**12. Практическая работа №12 «Сверточные нейронные сети. Приложения»**

**Цель:** Изучение сверточных нейронных сетей.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** обучение сверточных нейронных сетей, приложения сверточных нейронных сетей: задача классификации, задача определения наличия объектов на снимке и задача сегментации изображений.

**13. Практическая работа №13 «Рекуррентные нейронные сети»**

**Цель:** Изучение рекуррентных нейронных сетей.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** Forward pass, backward pass, проблемы использования рекуррентных нейронных сетей, архитектура рекуррентного нейрона-LSTM, Gated Recurrent Unit, двунаправленные рекуррентные нейронные сети.

**14. Практическая работа №14 «Natural Language Processing»**

**Цель:** Автоматическая обработка естественного языка с использованием методов машинного обучения.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** Natural Language Processing, первичная обработка текста, извлечение фактов, история внедрения методов машинного обучения в Google Translate.

**15. Практическая работа №15 «Машинное обучение: тематическое моделирование»**

**Цель:** Тематическое моделирование с использованием методов машинного обучения.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** Применение методов машинного обучения: категоризация документов, классификация документов, аннотирование документов, поиск иерархической структуры.

**16. Практическая работа №16 «Машинное обучение: тематическое моделирование»**

**Цель:** Тематическое моделирование с использованием методов машинного обучения.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** Применение методов машинного обучения: выявление трендов в данных, поиск информации, анализ информационных потоков, анализ биоинформационных данных, рубрикация документов.

**17. Практическая работа №17 «Reinforcement Learning»**

**Цель:** Изучение метода Reinforcement Learning.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** знакомство с Reinforcement Learning и базовыми определениями, пример простейшей среды, OpenAi Gym, реализация на языке программирования Python Reinforcement Learning.

**18. Практическая работа №18 «Приложения методов машинного обучения»**

**Цель:** Изучение практических приложений использования методов машинного обучения.

**Планируемые результаты обучения** в соответствии с компетенциями, составляющие которых перечислены и описаны в РПД к данной дисциплине

**Содержание практической работы:** приложения использования методов машинного обучения: методы машинного обучения в автомобильной промышленности, автомобили с системами автопилота, робототехника, персональные умные ассистенты.

## **5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Искусственные нейронные сети : учебник / В. В. Цехановский, Е. Ю. Бутырский, Н. А. Жукова [и др.] ; под ред. В. В. Цехановского. — Москва : КноРус, 2024. — 350 с. — ISBN 978-5-406-13273-9. — URL: <https://book.ru/book/954274> (дата обращения: 18.06.2025). — Текст : электронный.

2. Криволапов, С. Я., Математика на Python : учебник / С. Я. Криволапов, М. Б. Хрипунова. — Москва : КноРус, 2025. — 455 с. — ISBN 978-5-406-13759-8. — URL: <https://book.ru/book/955467> (дата обращения: 18.06.2025). — Текст : электронный.

3. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 89 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20732-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558662> (дата обращения: 18.06.2025).

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Горожанина, Е.И. Нейронные сети : учеб. пособие / Поволж. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики; Е.И. Горожанина .— Самара : Изд-во ПГУТИ, 2017 .— 84 с. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/641652> (дата обращения: 19.01.2025)

2. Гуриков, С. Р. Основы алгоритмизации и программирования на Python : учебное пособие / С.Р. Гуриков. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 343 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-020255-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2166199> (Дата обращения -18.06.2025)

3. Шелудько, В.М. Основы программирования на языке высокого уровня Python : учеб. пособие / Южный федеральный ун-т; В.М. Шелудько .— Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2017 .— 148 с. — ISBN 978-5-9275-2649-9 .— URL: <https://lib.rucont.ru/efd/692437> (дата обращения: 19.01.2025)

### **7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):**

1. Образовательная платформа "ЮРАЙТ"

2. Электронно-библиотечная система "BOOK.ru"
3. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
4. Электронно-библиотечная система "РУКОНТ"
5. Open Academic Journals Index (OAJI). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>
6. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>
7. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

**8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения**

**Основное оборудование:**

- Компьютеры
- Проектор
- Мультимедийный комплект №2 в составе: проектор Casio XJ-M146, экран 180\*180, крепление потолочное
- Персональный компьютер №3 "B-tronix professional 3872|2015"
- Телевизионная панель телевизор Samsung UE40H5003

**Программное обеспечение:**

- Adobe Reader 10 Russian
- Microsoft Office 2010 Standard Russian
- Microsoft Windows Professional 7 Russian
- Python
- КонсультантПлюс

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР "ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ"

Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Направление и направленность (профиль)  
01.03.04 Прикладная математика. Цифровая экономика

Год набора на ОПОП  
2023

Форма обучения  
очная

Владивосток 2025

## 1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
01.03.04 «Прикладная математика» (Б-ПМ)	ПКВ-3 : Способен осуществлять сбор, обработку и анализ больших данных	ПКВ-3.1к : Использует и совершенствует методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства для работы с большими данными
		ПКВ-3.3к : Проводит аналитические исследования в соответствии с согласованными требованиями

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

## 2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

**Компетенция ПКВ-3 «Способен осуществлять сбор, обработку и анализ больших данных»**

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код ре- з- та	ти- п- ре- з- та	Результат	
ПКВ-3.1к : Использует и совершенствует методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства для работы с большими данными	РД 4	Знание	требований к проведению аналитических исследований для сбора, обработки и анализа больших данных методами машинного обучения	сформировавшееся систематическое знание требований к проведению аналитических исследований для сбора, обработки и анализа больших данных методами машинного обучения
		умение	проводить аналитические исследования по сбору, обработке и анализу больших данных методами машинного обучения	сформировавшееся систематическое умение проводить аналитические исследования по сбору, обработке и анализу больших данных методами машинного обучения
	РД 6	навык	проведения аналитических исследований для решения практических задач методами машинного обучения	сформировавшееся систематическое владение навыками проведения аналитических исследований для решения практических задач методами машинного обучения
ПКВ-3.3к : Проводит аналитические исследования в соответствии с согласованными требованиями	РД 1	Знание	методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств машинного обучения	сформировавшееся систематическое знание методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств машинного обучения

	РД 2	У ме ни е	использовать методы, модели , алгоритмы, технологии и ин струментальные средства ма шинного обучения для работ ы с большими данными	использовать методы, модели , алгоритмы, технологии и ин струментальные средства ма шинного обучения для работ ы с большими данными
	РД 3	На вы к	программирования методов, моделей, алгоритмов машинн ого обучения с использованием современных технологий и инструментальных средств	сформировавшееся системати ческое владение навыками пр ограммирования методов, мо делей, алгоритмов машинног о обучения с использованием современных технологий и инструментальных средств

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

### 3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые рез ультаты обучения		Контролируемые темы д исциплины	Наименование оценочного средства и пр едставление его в ФОС		
			Текущий контроль	Промежуточная ат тестация	
Очная форма обучения					
РД1	Знание : методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств машинного обучения	1.4. Нейронные сети. Глубокое обучение	Практическая рабо та	Кейс-задача	
		1.5. Решение прикладных задач методами машинного обучения	Практическая рабо та	Кейс-задача	
РД2	Умение : использовать методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства машинного обучения для работы с большими данными	1.1. Основные понятия машинного обучения	Практическая рабо та	Кейс-задача	
		1.2. Методы машинного обучения, основанные на статистических методах. Регрессии	Практическая рабо та	Кейс-задача	
		1.3. Машинное обучени е с учителем: классифик ация	Практическая рабо та	Кейс-задача	
РД3	Навык : программирова ния методов, моделей, алгоритмов машинного обучения с использованием современных технологий и инструментальны х средств	1.1. Основные понятия машинного обучения	Практическая рабо та	Кейс-задача	
		1.2. Методы машинного обучения, основанные на статистических методах. Регрессии	Практическая рабо та	Кейс-задача	
		1.3. Машинное обучени е с учителем: классифик ация	Практическая рабо та	Кейс-задача	
		1.4. Нейронные сети. Глубокое обучение	Практическая рабо та	Кейс-задача	
		1.5. Решение прикладных задач методами машинного обучения	Практическая рабо та	Кейс-задача	

## **4 Описание процедуры оценивания**

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	Оценочное средство		
	Практические задания	кейс-задача	Итого
Лекции	10		10
Практические занятия	60		60
Промежуточная аттестация		30	30
Итого	70	30	100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умеет применять их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

## **5 Примерные оценочные средства**

### **5.1 Примеры заданий для выполнения практических работ**

#### **Примерный перечень практических заданий:**

1. Методы МО с учителем: линейные регрессии;
2. Методы МО с учителем, классификация: логистические регрессии (бинарная, множественная)
3. Методы МО с учителем, классификация: деревья решений
4. Методы МО без учителя, кластеризация: EM кластеризация, иерархическая кластеризация
5. Нейронные сети: перцептрон. Реализация регрессий с помощью нейронных сетей
6. Ансамблевые методы и модели

*Краткие методические указания*

На выполнение одного практического задания отводится не менее двух академических часов

После выполнения каждого практического задания студент должен представить работоспособный скрипт (программу) с комментариями, результаты ее исполнения (в данном случае так называемый ноутбук python)

При необходимости, студент должен внести и спрвления в скрипт, уточнить выводы

#### *Шкала оценки*

№	Баллы	Описание
5	9-10	Студент демонстрирует умения на итоговом уровне: умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
4	5-6	Студент демонстрирует умения на среднем уровне: освоил основные умения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
3	3-4	Студент демонстрирует умения и навыки на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных умений, навыков по дисциплинарной компетенции, испытываются значительные затруднения при оперировании умениями и при их переносе на новые ситуации.
2	1-2	Студент демонстрирует умения и навыки на уровне ниже базового: проявляется недостаточность умений и навыков.
1	0	Студентом проявляется полное или практически полное отсутствие умений и навыков.

## 5.2 Задания для решения кейс-задачи

### **Пример кейс-задания для итогового контроля сформированности знаний, умений навыков**

Задание:

Представлены Экологические данные - степень загрязненности российских рек и бассейнов российских рек.

Используйте изученные методы машинного обучения, ответьте на вопросы.

1. Можно ли утверждать, что объем загрязненных сточных вод определяется:

Экономическими показателями (ВРП, Расходами на охрану окружающей среды), показателями выбросов, объемом улавливания загрязняющих веществ. Какие из указанных показателей имеют более существенное влияние и как это определить?

Выбрать метод МО, позволяющий ответить на данный вопрос, оценить модель, обосновать ответ используя статистические показатели.

2. Можно ли утверждать, по степени объема загрязняющих выбросов регионы в европейской части России и в азиатской части существенно различаются ? Выбрать метод МО, позволяющий ответить на данный вопрос, оценить, обосновать ответ . Можно сделать вывод не прибегая к МО?

Результат представить в форме развернутого пояснения, обозначениями и выводами (строка комментов в коде)

#### *Краткие методические указания*

#### **Порядок выполнения задания:**

1. загрузить исходный датафрейм;
2. провести "гуманитарный анализ" задачи (при необходимости экономический, социальный и пр. смысл поставленной задачи)
3. выбрать метод МО, который предположительно может проверить гипотезу и помочь ответить на поставленные вопросы
4. создать программный код, проверить гипотезу, сделать выводы
5. если ответ не получен, выбрать другой метод МО

### *Шкала оценки*

№	Баллы	Описание
5	41-50	Студент демонстрирует умения на итоговом уровне: способен свободно выполнить задания, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
4	31-40	Студент демонстрирует умения на среднем уровне: освоил основные умения и навыки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
3	16-30	Студент демонстрирует умения и навыки на базовом уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных умений, навыков по дисциплинарной компетенции, испытываются значительные затруднения при оперировании умениями и при их переносе на новые ситуации.
2	10-15	Студент демонстрирует умения и навыки на уровне ниже базового: проявляется недостаточность умений и навыков.
1	0-9	Студентом проявляется полное или практически полное отсутствие умений и навыков, но присутствовал на занятиях

## Ключи для ФОС «Методы машинного обучения»

### 1. Практическая работа №1: Машинное обучение, методы и модели, наборы данных, загрузка данных

Наборы данных по вариантам: <https://disk.yandex.ru/i/nY93FrjzthRO2Q>

```
# импортируем библиотеки
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
!pip install seaborn

PATH_TO_FILE: str = '/content/employee.csv' # Загрузка набора данных
## p.s. в левой панеле нажать на папку и перетащить туда файл,
## а wince.csv заменить на свой вариант (ПКМ -> копировать путь)

df = pd.read_csv(PATH_TO_FILE) # функция превращение данных из CSV в
>DataFrame
PATH_TO_FILE: str = '/content/employee.csv' # Загрузка набора данных
## p.s. в левой панеле нажать на папку и перетащить туда файл,
## а wince.csv заменить на свой вариант (ПКМ -> копировать путь)

df = pd.read_csv(PATH_TO_FILE) # функция превращение данных из CSV в
>DataFrame
# Вывод первых 12 строк
df.head(12)
satisfaction_level      last_evaluation number_project average_montly_hours time_spend_company
Work_accident promotion_last_5years department      salary   left
0        0.38      0.53       2          157            3       0       0    sales    low     1
1        0.80      0.86       5          262            6       0       0    sales  medium     1
2        0.11      0.88       7          272            4       0       0    sales  medium     1
3        0.72      0.87       5          223            5       0       0    sales    low

# Информация о наборе данных
df.info()
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 14999 entries, 0 to 14998
Data columns (total 10 columns):
 #   Column           Non-Null Count  Dtype  
--- 
 0   satisfaction_level    14999 non-null   float64
 1   last_evaluation      14999 non-null   float64
 2   number_project       14999 non-null   int64  
 3   average_montly_hours 14999 non-null   int64  
 4   time_spend_company   14999 non-null   int64  
 5   Work_accident        14999 non-null   int64  
 6   promotion_last_5years 14999 non-null   int64  
 7   department           14999 non-null   object 
 8   salary               14999 non-null   object 
```

```
9    left           14999 non-null  int64
dtypes: float64(2), int64(6), object(2)
memory usage: 1.1+ MB
```

## 2. Практическая работа №2: Методы машинного обучения – регрессии.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix,
accuracy_score

# Загрузка набора данных
try:
    df = pd.read_csv('/content/income.csv')
except FileNotFoundError:
    df = pd.read_csv('income.csv')

df['is_work'] = np.where(df['hours-per-week'] >= 35, 1, 0)

y = df['is_work'] # выбираем целевую переменную (категориальную)
X = df.drop('is_work', axis=1) # переменные для проверки влияния

# Создаем копию данных
category_columns: list[str] = X.select_dtypes(include=['object']).columns #
собираем колонки помеченные как object

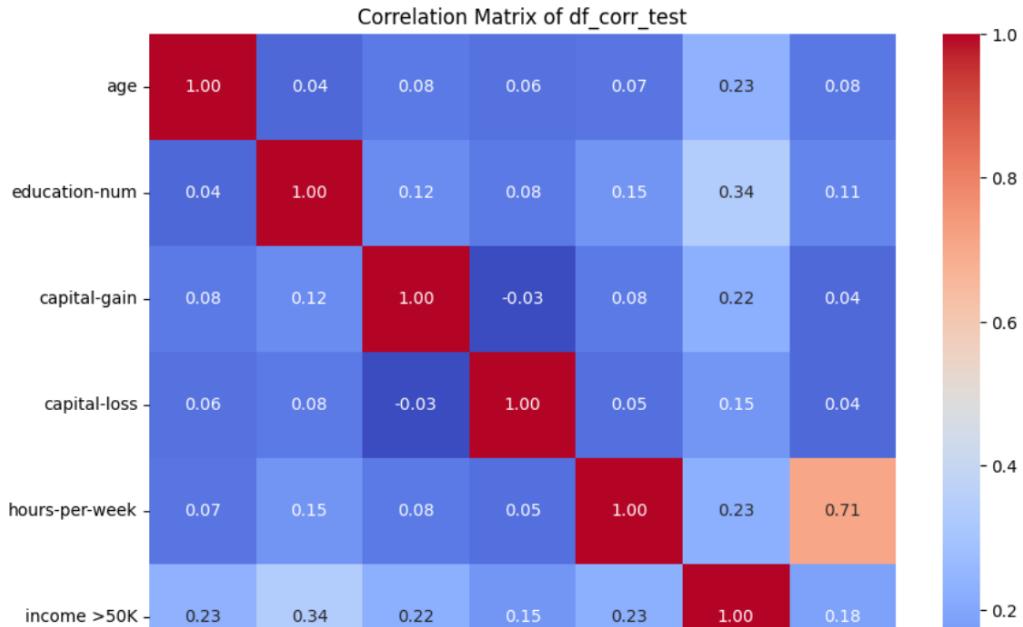
# Применяем One-Hot Encoding к категориальным столбцам, исключая первую
# категорию (drop_first=True)
X = pd.get_dummies(X, columns=category_columns, drop_first=True)
df_corr_test = X.copy()

# Добавляем целевую переменную в копию данных
df_corr_test['y'] = y
df_corr_test

import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
# Выводим матрицу корреляции (только для числовых столбцов)
correlation_matrix = df_corr_test.select_dtypes(['int', 'float']).corr()

# Отображаем матрицу корреляции с помощью тепловой карты
plt.figure(figsize=(10, 8))
sns.heatmap(correlation_matrix, annot=True, cmap='coolwarm', fmt='.2f')
plt.title("Correlation Matrix of df_corr_test")
```

```
plt.show()
```



```
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LinearRegression, Lasso, Ridge
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error,
r2_score
```

```
def resolve_regression(X, y, regularization=None):
    """
```

Выполняет регрессию с учетом регуляризации.

Parameters:

- X: Входные данные (признаки).
- y: Целевые значения.
- regularization: Тип регуляризации ('l1', 'l2', None). Если None, используется обычная линейная регрессия.

"""

```
# Разделение данных на обучающую и тестовую выборки (80% / 20%)
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2,
random_state=42)
```

```
# Инициализация модели в зависимости от типа регуляризации
```

```
if regularization == 'l1':
    model = Lasso() # L1-регуляризация (Lasso)
elif regularization == 'l2':
    model = Ridge() # L2-регуляризация (Ridge)
else:
    model = LinearRegression() # Линейная регрессия без регуляризации
```

```
# Обучение модели
```

```
model.fit(X_train, y_train)
```

```
# Предсказание на тестовой выборке
```

```
y_pred = model.predict(X_test)
```

```

# Вычисление метрик качества
mae = mean_absolute_error(y_test, y_pred) # Средняя абсолютная ошибка
mse = mean_squared_error(y_test, y_pred) # Средняя квадратичная ошибка
r2 = r2_score(y_test, y_pred) # Коэффициент детерминации
(R^2)

# Вывод результатов
print(f"Regularization: {regularization}")
print(f"Mean Absolute Error (MAE): {mae:.2f}")
print(f"Mean Squared Error (MSE): {mse:.2f}")
print(f"R^2 Score: {r2:.2f}")

return model, X_train, X_test, y_train, y_test

```

**Regularization: None**  
**Mean Absolute Error (MAE): 0.20**  
**Mean Squared Error (MSE): 0.07**  
**R^2 Score: 0.54**

### 3. Практическая работа №3: Методы машинной классификации

Загрузка библиотек и предобработка данных

```

!pip install pandas scikit-learn seaborn scipy
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix,
accuracy_score

# Загрузка набора данных
df = pd.read_csv('/content/income.csv')
df['is_work'] = np.where(df['hours-per-week'] >= 35, 1, 0)
df.is_work = df.is_work.astype('category')
df['education-num'] = df['education-num'].astype('category')

y = df['is_work'] # выбираем целевую переменную (категориальную)
X = df.drop('is_work', axis=1) # переменные для проверки влияния

```

```

X = X.drop('hours-per-week', axis=1)
df.drop('hours-per-week', axis=1).info()

```

```

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 32561 entries, 0 to 32560
Data columns (total 14 columns):
 #   Column           Non-Null Count  Dtype  
---  -- 

```

```

0    age            32561 non-null  int64
1  workclass        30725 non-null  object
2   education       32561 non-null  object
3 education-num    32561 non-null category
4 marital-status   32561 non-null  object
5 occupation        30718 non-null  object
6 relationship      32561 non-null  object
7   race            32561 non-null  object
8     sex            32561 non-null  object
9 capital-gain     32561 non-null  int64
10 capital-loss    32561 non-null  int64
11 native-country   31978 non-null  object
12 income >50K     32561 non-null  int64
13 is_work          32561 non-null category
dtypes: category(2), int64(4), object(8)
memory usage: 3.0+ MB

```

Обучаем логистическую регрессию (без доп. манипуляций) на дисбалансе

```

# from sklearn.model_selection import train_test_split
# from sklearn.linear_model import LogisticRegression

# # Разделяем данные на обучающую и тестовую выборки
# X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X_disbalanced,
# y_disbalanced, test_size=0.3, random_state=42)

# # Обучаем модель
# model = LogisticRegression(penalty=None, solver='saga', max_iter=10000)
# model.fit(X_train, y_train)

# # Предсказания
# y_pred = model.predict(X_test)

import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LogisticRegression

# Применяем One-Hot Encoding к категориальным переменным
X_disbalanced_encoded = pd.get_dummies(X_disbalanced, drop_first=True)

# Разделяем данные на обучающую и тестовую выборки
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X_disbalanced_encoded,
y_disbalanced, test_size=0.3, random_state=42)

# Обучаем модель с использованием L2 регуляризации
model = LogisticRegression(penalty='l2', solver='saga', max_iter=10000)
model.fit(X_train, y_train)

# Вывод результатов
print("Predictions:", y_pred)
from sklearn.metrics import classification_report, accuracy_score

print("Accuracy:", accuracy_score(y_test, y_pred))
print("\nClassification Report:\n", classification_report(y_test, y_pred))

```

```
Accuracy: 0.9066739012479653
```

Classification Report:					
	precision	recall	f1-score	support	
0	0.91	1.00	0.95	1671	
1	0.00	0.00	0.00	172	
accuracy			0.91	1843	
macro avg	0.45	0.50	0.48	1843	
weighted avg	0.82	0.91	0.86	1843	

Мы видим что модель в классе 0 смогла определить правильно на 91% в дисбаланском режиме, а класс 1 вообще не смогла определить. Мы видим, что все наблюдение которые были даны класса 0 было правильно определен, а для класса 1 не смогла обнаружить какие либо наблюдения у класса 1.

Мы делаем вывод, что в среднем модель показывает плохую производительность по следующим параметрам:

Precision (Точность): 0.45

Recall (Вспомнить): 0.50

F1-score (F1-счет): 0.48

Алгоритм дерева принятия решений (Decision Tree) — это один из методов машинного обучения, который используется для решения задач классификации и регрессии. Дерево решений представляет собой структуру, в которой каждый внутренний узел соответствует некоторому признаку, а каждая ветвь — определенному значению этого признака. Листовые узлы представляют собой классы или значения, которые необходимо предсказать.

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import classification_report

# Предполагаем, что X и y уже определены
# Применяем One-Hot Encoding к категориальным переменным
category_columns = X.select_dtypes(include=['object']).columns # выбираем
категориальные колонки
X_encoded = pd.get_dummies(X, columns=category_columns, drop_first=True)

# Разделяем данные на обучающую и тестовую выборки
X_train_multi, X_test_multi, y_train_multi, y_test_multi =
train_test_split(X_encoded, y, test_size=0.3, random_state=42)

# Обучаем модель
tree_model = DecisionTreeClassifier(random_state=42, max_depth=10)
tree_model.fit(X_train_multi, y_train_multi)

# Предсказания
y_pred_multi = tree_model.predict(X_test_multi)
```

```

# Получение названий классов
class_names = np.unique(y) # Получаем уникальные значения целевой
переменной

# Преобразуем названия классов в строковый формат
class_names = [str(name) for name in class_names]
Classification Report:
precision    recall    f1-score   support
          0       0.88      0.94      0.91      7455
          1       0.75      0.58      0.65      2314
accuracy                           0.85      9769
macro avg       0.81      0.76      0.78      9769
weighted avg    0.85      0.85      0.85      9769

```

Точность для классов составляет:

0: 88% точности

1: 75% точности

Проанализированно точно данные для каждого классов составляет:

0: 94% точности

1: 58% точности

Тут мы видим, что было плохо проанализировано для 1 класса, а для 0 класса практически точно

По F1-Score

Высокий F1-Score для класса 0 (0.91) показывает хорошую производительность, но для класса 1 (0.65) он ниже, что указывает на необходимость улучшения модели для этого класса.

Модель хорошо работает для 0 класса, а для 1 класса есть определенные проблемы Это произошло из-за того что данные не сбалансированы и нужно сбалансировать их.

#### 4. Обучение без учителя

```

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix,
accuracy_score

# Загрузка набора данных
df = pd.read_csv('/content/income.csv')

import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

```

**K-means** — это алгоритм кластеризации, который делит данные на  $k$  групп (кластеров). Основная идея: найти центры кластеров так, чтобы точки внутри одного кластера были ближе друг к другу, чем к точкам из других кластеров.

1. Инициализация: выбираем  $k$  случайных центров (центроидов).
2. Присвоение точек: каждая точка относится к ближайшему центру. Обновление центров: пересчитываем центры кластеров как среднее всех точек в кластере.
3. Повторяем шаги 2–3, пока центры не перестанут меняться или не достигнем максимального числа итераций.

---

```
[ ]  
! pip install ipywidgets  
  
import ipywidgets as widgets  
from IPython.display import display, clear_output  
  
def interactive_kmeans_visualization(X, max_clusters=10, max_iterations=50):  
    # Преобразуем X в numpy array, если это DataFrame  
    if isinstance(X, pd.DataFrame):  
        X = X.values  
  
    # Проверка на наличие NaN или inf  
    if np.any(np.isnan(X)) or np.any(np.isinf(X)):  
        print("Данные содержат NaN или inf. Пожалуйста, очистите данные.")  
        return  
  
    def plot_kmeans_iteration(X, centroids, labels=None, step=0):  
        clear_output(wait=True)  
        plt.figure(figsize=(8, 6))  
        if labels is not None:  
            plt.scatter(X[:, 0], X[:, 1], c=labels, cmap='viridis', s=30,  
alpha=0.6)  
        else:  
            plt.scatter(X[:, 0], X[:, 1], s=30, alpha=0.6)  
            plt.scatter(centroids[:, 0], centroids[:, 1], c='red', marker='x',  
s=100, label='Centroids')  
            plt.title(f'K-means Iteration {step}')  
            plt.legend()  
            plt.show()  
  
    def k_means_interactive(X, k, max_iters):  
        np.random.seed(42)  
        centroids = X[np.random.choice(X.shape[0], k, replace=False)]  
  
        for step in range(max_iters):  
            # Вычисление расстояний  
            distances = np.linalg.norm(X[:, np.newaxis] - centroids, axis=2)  
            # Присвоение меток  
            labels = np.argmin(distances, axis=1)  
            # Визуализация
```

```

plot_kmeans_iteration(X, centroids, labels, step)
# Обновление центроидов
new_centroids = np.array([X[labels == i].mean(axis=0) for i in
range(k)])
# Проверка на сходимость
if np.all(centroids == new_centroids):
    break
centroids = new_centroids

def run_kmeans(k, max_iters):
    k_means_interactive(X, k, max_iters)

k_slider = widgets.IntSlider(value=3, min=2, max=max_clusters, step=1,
description='Clusters (k):')
iter_slider = widgets.IntSlider(value=10, min=1, max=max_iterations,
step=1, description='Max Iterations:')

interactive_plot = widgets.interactive(run_kmeans, k=k_slider,
max_iters=iter_slider)
display(interactive_plot)
# Для примера, используем случайные данные
np.random.seed(42)
df = pd.DataFrame(np.random.rand(100, 2), columns=['Feature1', 'Feature2'])

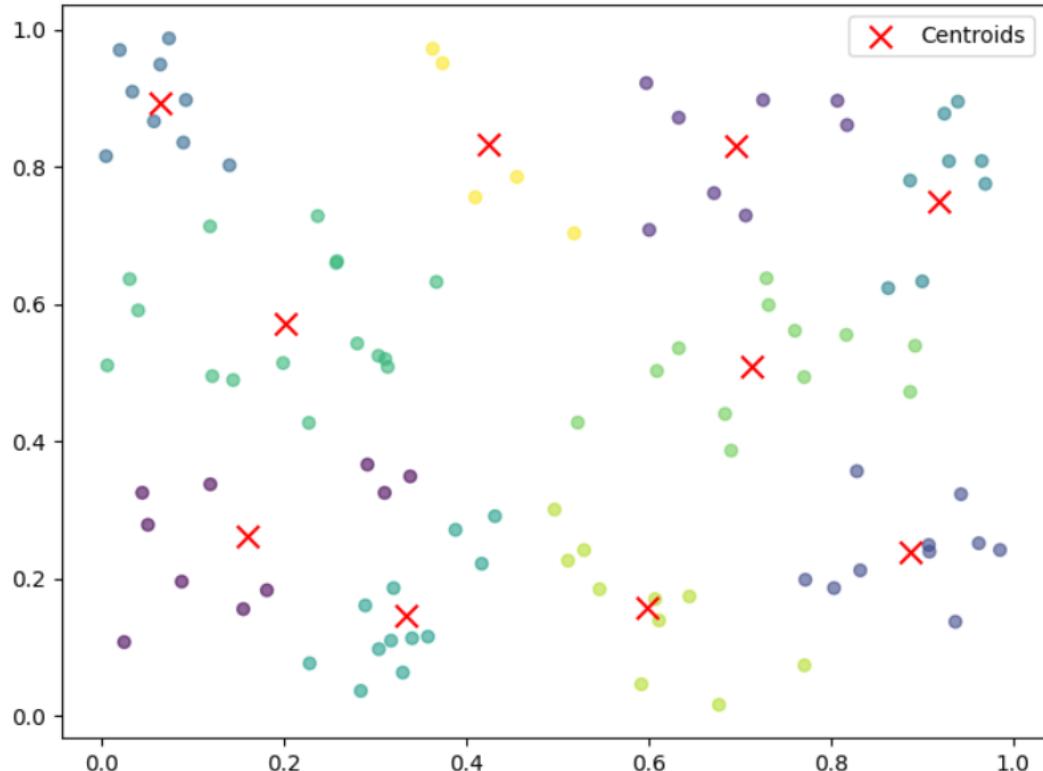
# Вызываем функцию для интерактивной визуализации K-means
interactive_kmeans_visualization(df)

```

Clusters (k):

Max Iterati...

K-means Iteration 9



## Кейс-задача

Представлены Экологические данные - степень загрязненности российских рек и бассейнов российских рек.

Используйте изученные методы машинного обучения, ответьте на вопросы.

1. Можно ли утверждать, что объем загрязненных сточных вод определяется:

Экономическими показателями (ВРП, Расходами на охрану окружающей среды), показателями выбросов, объемом улавливания загрязняющих веществ. Какие из указанных показателей имеют более существенное влияние и как это определить?

Выбрать метод МО, позволяющий ответить на данный вопрос, оценить модель, обосновать ответ используя статистические показатели.

2. Можно ли утверждать, по степени объема загрязняющих выбросов регионы в европейской части России и в азиатской части существенно различаются ? Выбрать метод МО, позволяющий ответить на данный вопрос, оценить, обосновать ответ .

Можно сделать вывод не прибегая к МО?

Результат представить в форме развернутого пояснения, обозначениями и выводами (строка комментов в коде)

Код на python для анализа продемонстрировать преподавателю.

### «Ключи» - результат выполнения задания

Вопрос 1: Влияние экономических и экологических показателей на объем загрязненных сточных вод

#### Метод множественной линейной регрессии (ОЛС)

На основании результатов модели множественной линейной регрессии можно сделать следующие выводы о влиянии экономических и экологических показателей на объем загрязненных сточных вод.

#### Статистические показатели

**R-squared = 0.580:** Это означает, что примерно 58% вариации в объеме сброса загрязненных сточных вод объясняется выбранными независимыми переменными. Это неплохой показатель, но также предполагает, что другие факторы могут влиять на объем сброса.

**F-statistic и Prob (F-statistic):** Значение F-statistic равно 117.5, а p-значение составляет 6.92e-786.92e-786.92e-78. Это говорит о том, что модель в целом является значимой и можно отвергнуть нулевую гипотезу о том, что все коэффициенты равны нулю.

#### Влияние независимых переменных:

##### ВРП (млн руб):

Коэффициент 2.436e-05, р-значение 0.014

Это означает, что с увеличением ВРП на 1 млн руб объем сточных вод увеличивается на 2.436e-05 млн м<sup>3</sup>. Поскольку р-значение < 0.05, влияние ВРП является статистически значимым.

##### Расходы на охрану окружающей среды (млн руб):

Коэффициент 0.0080, р-значение 0.000

Статистически значимое влияние на объем сточных вод. Увеличение расходов на 1 млн руб связано с увеличением сброса на 0.0080 млн м<sup>3</sup>.

##### Выбросы от автомобильного транспорта (тыс. тонн):

Коэффициент 0.1715, р-значение 0.000

Значимое влияние на объем сброса. Увеличение на 1 тыс. тонн связано с увеличением сточных вод на 0.1715 млн м<sup>3</sup>.

#### **Выбросы от стационарных источников (тыс. тонн):**

Коэффициент -0.0118, р-значение 0.513

Не имеет статистически значимого влияния на объем сточных вод, р-значение > 0.05.

#### **Улавливание загрязняющих веществ (тыс. тонн):**

Коэффициент 0.0192, р-значение 0.002

Значительное положительное влияние на объем сточных вод.

### **Вывод**

На основании анализа можно утверждать, что объем загрязненных сточных вод в основном определяется экономическими показателями (ВРП, Расходы на охрану окружающей среды) и выбросами от автомобильного транспорта. Показатели выбросов от стационарных источников не оказали значимого влияния.

Вопрос 2: Сравнение загрязняющих выбросов между регионами

#### **Метод для анализа различий**

Для сравнения объемов выбросов в европейской и азиатской частях России также можно использовать t-тест для независимых выборок. Это позволит выяснить, существует ли статистически значимая разница в средних выбросах двух групп.

#### **Оценка с использованием t-теста**

На основании данных:

**t-статистика:** 0.4186

**р-значение:** 0.6758

#### **Интерпретация**

**р-значение > 0.05** указывает на то, что не существует статистически значимых различий в объеме загрязняющих выбросов между европейской и азиатской частями России.

**t-статистика** близка к нулю, что дополнительно поддерживает это утверждение.

#### **Выводы без использования МО**

Различия в выбросах между двумя регионами являются незначительными.

#### **Модели:**

Множественная линейная регрессия показала значительное влияние ВРП и расходов на охрану окружающей среды на объем загрязненных сточных вод.

Выбросы от стационарных источников не оказали значительного влияния.

#### **Сравнение регионов:**

t-тест показал отсутствие статистически значимых различий в загрязняющих выбросах между европейской и азиатской частями России.

#### **Код:**

```
import openpyxl
import pandas as pd
import statsmodels.api as sm

# Открываем Excel файл
book = openpyxl.load_workbook("Экология.xlsx", data_only=True)
```

```

# Выбираем активный лист
sheet = book.active

# Читаем данные в DataFrame
data = pd.DataFrame(sheet.values)

# Заменяем первую строку на заголовки
data.columns = data.iloc[0]
data = data[1:]

# Преобразуем колонки в нужные типы (например, float для числовых значений)
numeric_columns = ['ВРП, млн. руб', 'Расходы на охрану окружающей среды, млн. руб',
                    'Выбросы от автомобильного транспорта, тыс. тонн',
                    'Выбросы от стационарных источников, тыс. тонн',
                    'Улавливание загрязняющих веществ, тыс. тонн',
                    'Сброс загрязненных сточных вод недостаточно очищенных, млн м3']

for col in numeric_columns:
    data[col] = pd.to_numeric(data[col], errors='coerce')

# Определяем зависимую и независимые переменные
X = data[numeric_columns[:-1]] # Все, кроме последней колонки (сброс сточных вод)
y = data['Сброс загрязненных сточных вод недостаточно очищенных, млн м3']

# Добавляем константу
X = sm.add_constant(X)

# Построение модели множественной регрессии
model = sm.OLS(y, X).fit()

# Получаем результаты
print(model.summary()) # Выводим сводку модели

# Создаем два отдельных набора данных
europe = data[data['Округ'].isin(['Центральный федеральный округ',
                                    'Северо-Западный федеральный округ',
                                    'Приволжский федеральный округ',
                                    'Южный федеральный округ',
                                    'Уральский федеральный округ'])]

asia = data[data['Округ'].isin(['Сибирский федеральный округ',
                                 'Дальневосточный федеральный округ'])]

# Извлекаем выбросы от стационарных источников, удаляя NaN
europe_emissions = europe['Выбросы от стационарных источников, тыс. тонн'].dropna()
asia_emissions = asia['Выбросы от стационарных источников, тыс. тонн'].dropna()

from scipy import stats

# Выполним t-тест
t_stat, p_value = stats.ttest_ind(europe_emissions, asia_emissions)

print(f't-статистика: {t_stat}, p-значение: {p_value}')

```