

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»  
Сибайский институт (филиал) УУНиТ  
Естественно-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:



Декан И.В. Суюндуков  
(подпись, инициалы, фамилия)  
«20» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО **05.03.06 Экология и природопользование**

*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

**направленность (профиль, специализация) Экология**

*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения **очно-заочная**

Сибай – 2025


Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 05.03.06 Экология и природопользование, направленность (профиль, специализация) Экология, одобренного ученым советом СИ (филиала) УУНиТ (протокол №9 от 19.03.2025) и утвержденного директором 19.03.2025.

И.о. зав. кафедрой прикладной математики и информационных технологий  
(наименование кафедры разработчика программы)

  
(подпись)

Гумеров И.С.  
(Ф.И.О.)

Разработчик программы

  
(подпись)

Якшибаева Д.А.  
(Ф.И.О.)

Руководитель образовательной программы

  
(подпись)

Гумеров И.С.  
(Ф.И.О.)

**1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

**1.1 Цель дисциплины**

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана данного направления подготовки. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре очно-заочной формы обучения.

Цель дисциплины: формирование у студентов компетенций в области применения методов искусственного интеллекта и машинного обучения для решения актуальных задач экологии, природопользования и устойчивого развития, включая анализ экологических данных, прогнозирование изменений окружающей среды и оптимизацию природоохранных решений.

Задачи дисциплины:

**1. Теоретические основы:**

-Изучить ключевые концепции ИИ и машинного обучения, адаптированные для экологических исследований.

-Ознакомиться с ролью ИИ в современных экологических мониторинговых системах.

**2. Математическая подготовка: освоить математические методы, необходимые для анализа экологических данных:**

-Статистика и теория вероятностей (анализ распределений, корреляции);

-Линейная алгебра (работа с геоданными, матрицами);

-Методы оптимизации (для ресурсосберегающих решений).

**3. Практические навыки: научиться применять ИИ-инструменты для:**

-Прогнозирования изменений климата и биоразнообразия;

-Анализа спутниковых снимков и ГИС-данных (распознавание типов землепользования, вырубки лесов);

-Моделирования антропогенного воздействия на экосистемы.

**4. Работа с данными:**

-Освоить методы сбора, очистки и визуализации экологических данных.

-Изучить применение нейросетей для обработки: временных рядов (концентрация загрязняющих веществ), изображений (мониторинг состояния лесов, водных объектов).

**5. Прикладные аспекты: разрабатывать ИИ-модели для:**

-Оптимизации управления отходами.

-Прогнозирования природных катастроф (пожары, наводнения).

-Оценки экологических рисков промышленных проектов.

**6. Этика и устойчивость:**

-Анализировать ограничения ИИ в экологии (смещения в данных, интерпретируемость моделей).

**1.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>	
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический	УК-1.1 Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>	
	анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач.</p> <p>УК-1.2 Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.</p> <p>УК-1.3 Владеет: навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач.</p>

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет **2** зачетные единицы (з.е.), **72** академических часа.

Таблица 2 – Объем дисциплины

<i>Виды учебной работы</i>	<i>Всего, часов</i>	<i>Количество часов в семестре</i>
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	18,2	18,2
в том числе:	18	18
лекции	6	6
лабораторные занятия	-	-
практические занятия	12	12
Другие виды работ в соответствии с УП: - эссе - контрольная работа - и др.	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	53,8	53,8
Контактная работа по промежуточной аттестации	0,2	0,2
в том числе:	0,2	0,2
Зачет	0,2	0,2
зачет с оценкой	-	-
курсовая работа (проект)	-	-
Экзамен	-	-

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Формы текущего контроля успеваемости
		Лекции	Практическая работа	СРС	
1.	<p><b>Введение в ИИ</b></p> <p><b>Теория:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные понятия ИИ: определения, история развития, связь с экологией.</li> <li>• Типы задач в экологии, решаемые методами ИИ (классификация, регрессия, кластеризация).</li> <li>• Этические аспекты применения ИИ в природопользовании.</li> </ul> <p><b>Практика:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализ кейсов: использование ИИ в мониторинге биоразнообразия, климатических прогнозах.</li> <li>• Работа с экологическими датасетами (например, GBIF – Global Biodiversity Information Facility).</li> </ul>	1	2	8	Индивидуальное задание 1 Тест 1
2.	<p><b>Математические основы для экологических данных</b></p> <p><b>Теория:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основы статистики и теории вероятностей:</li> <li>• Распределения (нормальное, Пуассона для моделирования редких видов).</li> <li>• Корреляционный и регрессионный анализ.</li> <li>• Линейная алгебра: операции с матрицами (для обработки спутниковых данных).</li> </ul> <p><b>Практика:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Расчет индексов биоразнообразия с помощью Python (pandas, numpy).</li> <li>• Визуализация экологических данных (matplotlib, seaborn)</li> </ul>	1	2	8	Индивидуальное задание 2 Тест 2
3.	<p><b>Классическое машинное обучение в экологии</b></p> <p><b>Теория:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обучение с учителем: Регрессия (прогноз концентрации)</li> </ul>	1	2	8	Индивидуальное задание 3 Тест 3

	<p>загрязняющих веществ). Классификация (определение типов почв по спектральным данным).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Обучение без учителя: Кластеризация (анализ зон загрязнения). PCA для снижения размерности данных.</li> </ul> <p><b>Практика:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка модели для прогноза уровня CO<sub>2</sub> на основе исторических данных (scikit-learn).</li> <li>Классификация видов растений по данным сенсоров.</li> </ul>				
4.	<p><b>Глубокое обучение для обработки природных данных</b></p> <p><b>Теория:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Нейросети для работы с изображениями (CNN): Анализ спутниковых снимков (деградация лесов, пожары). Рекуррентные сети (LSTM) для временных рядов: Прогноз температуры, уровня воды в реках.</li> </ul> <p><b>Практика:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Детекция вырубок лесов на снимках с использованием TensorFlow/Keras</li> <li>Прогнозирование динамики популяций видов.</li> </ul>	1	2	10	Индивидуальное задание 4 Тест 4
5.	<p><b>Оптимизация и принятие решений</b></p> <p><b>Теория:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Генетические алгоритмы для оптимизации: Планирование заповедных территорий. Маршруты экомониторинга.</li> <li>Системы поддержки принятия решений (DSS) на основе ИИ.</li> </ul> <p><b>Практика:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Решение задачи оптимального размещения ветряных электростанций.</li> <li>Моделирование сценариев изменения землепользования.</li> </ul>	1	2	9,8	Индивидуальное задание 5 Тест 5
6	<p><b>Прикладные проекты и устойчивое развитие</b></p> <p><b>Теория:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ИИ для Целей устойчивого</li> </ul>	1	2	10	Индивидуальное задание 6 Тест 6

<p>развития (ЦУР ООН): Климатические действия (SDG 13). Сохранение экосистем (SDG 15).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерпретируемость моделей (ХАИ) для экологических приложений.</li> </ul> <p><b>Практика:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка мини-проекта на выбор: Алгоритм детекции нефтяных разливов по спутниковым данным. Модель прогноза инвазивных видов.</li> <li>• Подготовка отчета с экологической интерпретацией результатов.</li> </ul>				
Всего	10	16	53,8	

ИЗ-индивидуальное задание, Т – тестирование,

#### 4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Тест 1 по разделу 1: "Введение в ИИ для экологии"

1. Что такое искусственный интеллект (ИИ) в контексте экологии?
  - a) Роботы для уборки мусора
  - b) Системы, имитирующие человеческое мышление для анализа природных данных
  - c) Только нейросети для распознавания животных
  - d) Компьютерные игры о природе

Правильный ответ: b
2. Какой из перечисленных методов НЕ относится к ИИ?
  - a) Деревья решений
  - b) Линейная регрессия
  - c) Ручной расчет уравнений
  - d) Сверточные нейронные сети

Правильный ответ: c
3. Какие данные чаще всего анализируют с помощью ИИ в экологии?
  - a) Спутниковые снимки
  - b) Полевые заметки в бумажном дневнике
  - c) Ручные замеры температуры раз в месяц
  - d) Рисунки растений

Правильный ответ: a
4. Какой проект использует ИИ для мониторинга биоразнообразия?
  - a) Google Maps
  - b) iNaturalist (распознавание видов по фото)
  - c) Microsoft Word
  - d) Электронные таблицы Excel

Правильный ответ: b
5. Что такое "компьютерное зрение" в экологии?
  - a) Ручной анализ изображений
  - b) Автоматическое распознавание объектов на снимках (леса, животные и т.д.)
  - c) Фотографирование природы
  - d) Рисование графиков

Правильный ответ: b

6. Какая организация предоставляет открытые экологические данные?

- a) GBIF (Global Biodiversity Information Facility)
- b) Wikipedia
- c) Социальные сети
- d) Музыкальные стриминги

Правильный ответ: a

7. Как ИИ помогает в борьбе с лесными пожарами?

- a) Рисует карты пожаров
- b) Анализирует спутниковые данные для раннего обнаружения
- c) Тушит огонь водой
- d) Пишет статьи о пожарах

Правильный ответ: b

8. Что такое "прецедентная система" в ИИ?

- a) База данных с примерами решений для аналогичных задач
- b) Ручной ввод формул
- c) Прибор для измерения температуры
- d) Спутниковый навигатор

Правильный ответ: a

9. Какая этическая проблема возникает при использовании ИИ в экологии?

- a) Недостаток цветов в графиках
- b) Смещение (bias) в данных, ведущее к ошибочным выводам
- c) Слишком красивые диаграммы
- d) Отсутствие звуковых сигналов

Правильный ответ: b

10. Какой язык программирования чаще всего используют в ИИ для экологии?

- a) Python
- b) HTML
- c) Русский
- d) Музыкальный язык

Правильный ответ: a

11. Что анализируют с помощью LSTM-сетей в экологии?

- a) Временные ряды (изменение климата, уровень воды)
- b) Цвет листьев
- c) Размер обуви экологов
- d) Количество букв в названиях видов

Правильный ответ: a

12. Какой алгоритм используют для классификации видов растений?

- a) Случайный лес (Random Forest)
- b) Калькулятор
- c) Линейка
- d) Биноколь

Правильный ответ: a

13. Для чего применяют генетические алгоритмы в экологии?

- a) Для оптимизации маршрутов мониторинга
- b) Для изучения ДНК животных
- c) Для рисования графиков
- d) Для записи звуков природы

Правильный ответ: a

14. Что такое "интерпретируемость" моделей ИИ?

- a) Возможность понять, как модель приняла решение
- b) Скорость работы алгоритма

c) Количество цветов в графике

d) Размер файла с данными

Правильный ответ: a

15. Какая платформа позволяет работать со спутниковыми данными?

a) Google Earth Engine

b) TikTok

c) Spotify

d) Zoom

Правильный ответ: a

16. Как ИИ помогает в сельском хозяйстве?

a) Оптимизирует полив и использование удобрений

b) Пишет стихи о растениях

c) Рисует картины полей

d) Играет в фермера

Правильный ответ: a

17. Что такое "большие данные" в экологии?

a) Огромные объемы информации с датчиков, спутников и т.д.

b) Большие книги о природе

c) Крупные животные

d) Длинные таблицы в Excel

Правильный ответ: a

18. Какой инструмент используют для визуализации экологических данных?

a) Matplotlib (Python)

b) Фотоаппарат

c) Микроскоп

d) Линейка

Правильный ответ: a

19. Как ИИ связан с Целями устойчивого развития (ЦУР) ООН?

a) Помогает решать задачи по сохранению экосистем (SDG 15)

b) Учит детей рисовать

c) Считает деньги

d) Разрабатывает компьютерные игры

Правильный ответ: a

20. В чем главное преимущество ИИ перед традиционными методами в экологии?

a) Способность быстро обрабатывать большие объемы данных

b) Умение петь песни

c) Красивые презентации

d) Ручные расчеты

Правильный ответ: a

## Тест 2 по разделу 2: "Математические основы ИИ для экологии"

1. Какая математическая дисциплина наиболее важна для работы с экологическими данными в ИИ?

a) Теория вероятностей

b) Дифференциальные уравнения

c) Тригонометрия

d) Теория музыки

Правильный ответ: a

2. Какой тип данных представляется в виде матриц в экологических исследованиях?

a) Спутниковые снимки

b) Текстовые описания видов

c) Аудиозаписи птиц

d) Ручные зарисовки

Правильный ответ: a

3. Какая операция применяется к матрицам при обработке экологических данных?

a) Умножение матриц

b) Деление матриц

c) Извлечение корня

d) Логарифмирование

Правильный ответ: a

4. Для чего используется формула Байеса в экологическом моделировании?

a) Для обновления вероятностей событий

b) Для расчета площади лесов

c) Для измерения температуры

d) Для рисования графиков

Правильный ответ: a

5. Какой параметр характеризует разброс данных в статистике?

a) Дисперсия

b) Среднее арифметическое

c) Медиана

d) Мода

Правильный ответ: a

6. Какое распределение часто используют для моделирования редких биологических событий?

a) Пуассона

b) Нормальное

c) Равномерное

d) Экспоненциальное

Правильный ответ: a

7. Какой метод применяют для поиска минимума функции в ИИ?

a) Градиентный спуск

b) Метод перебора

c) Алгебраическое сложение

d) Статистический анализ

Правильный ответ: a

8. Что такое "нормализация данных" в экологических исследованиях?

a) Приведение данных к единому масштабу

b) Удаление всех данных

c) Ручной ввод значений

d) Изменение цветов на графиках

Правильный ответ: a

9. Какая метрика оценивает линейную зависимость между переменными?

a) Коэффициент корреляции

b) Дисперсия

c) Среднее значение

d) Медиана

Правильный ответ: a

10. Какой инструмент Python используют для работы с матрицами?

a) NumPy

b) Pandas

c) Matplotlib

d) Requests

Правильный ответ: a

11. Какой метод применяют для снижения размерности данных?

- a) Метод главных компонент (PCA)
- b) Линейная регрессия
- c) Кластеризация
- d) Нормализация

Правильный ответ: a

12. Какой график используют для визуализации распределения данных?

- a) Гистограмма
- b) Круговая диаграмма
- c) Линейный график
- d) Точечная диаграмма

Правильный ответ: a

13. Что такое "выбросы" в экологических данных?

- a) Аномальные значения
- b) Основная масса данных
- c) Отсутствующие данные
- d) Повторяющиеся значения

Правильный ответ: a

14. Какой метод используют для заполнения пропущенных значений?

- a) Интерполяция
- b) Удаление всех строк
- c) Замена нулями
- d) Игнорирование

Правильный ответ: a

15. Какой параметр показывает центральную тенденцию данных?

- a) Среднее значение
- b) Дисперсия
- c) Размах
- d) Количество

Правильный ответ: a

16. Какой метод используют для оптимизации параметров модели?

- a) Градиентный спуск
- b) Метод Монте-Карло
- c) Линейная алгебра
- d) Теория вероятностей

Правильный ответ: a

17. Какой инструмент используют для визуализации данных в Python?

- a) Matplotlib
- b) NumPy
- c) Pandas
- d) SciPy

Правильный ответ: a

18. Какой метод применяют для анализа временных рядов?

- a) Автокорреляция
- b) Кластеризация
- c) Нормализация
- d) Стандартизация

Правильный ответ: a

19. Какой параметр оценивает точность модели?

- a) Среднеквадратичная ошибка
- b) Размер данных

c) Количество строк

d) Время работы

Правильный ответ: a

20. Какой метод используют для классификации данных?

a) Логистическая регрессия

b) Линейная регрессия

c) Нормализация

d) Стандартизация

Правильный ответ: a

### Тест 3 по разделу 3: "Классическое машинное обучение в экологии"

1. Какой тип машинного обучения используется для прогнозирования численности популяции животных?

a) Обучение с учителем

b) Обучение без учителя

c) С подкреплением

d) Глубокое обучение

Правильный ответ: a

2. Какой алгоритм лучше всего подходит для классификации видов растений по характеристикам?

a) Линейная регрессия

b) Метод k-ближайших соседей

c) Метод главных компонент

d) Ассоциативные правила

Правильный ответ: b

3. Для чего используется алгоритм случайного леса в экологических исследованиях?

a) Для прогнозирования вырубки лесов

b) Для анализа спутниковых снимков

c) Для классификации типов почв

d) Все перечисленные варианты

Правильный ответ: d

4. Какой метрикой оценивают качество модели классификации?

a) Ассигасу

b) Коэффициент корреляции

c) Среднеквадратичная ошибка

d) Дисперсия

Правильный ответ: a

5. Что такое переобучение (overfitting) модели?

a) Слишком хорошее соответствие обучающим данным

b) Недостаточное обучение модели

c) Оптимальное обучение

d) Быстрое обучение

Правильный ответ: a

6. Какой метод помогает бороться с переобучением?

a) Регуляризация

b) Увеличение числа параметров

c) Уменьшение обучающей выборки

d) Увеличение сложности модели

Правильный ответ: a

7. Какой алгоритм используют для обнаружения аномалий в экологических данных?

a) Метод опорных векторов (SVM)

b) Линейная регрессия

c) Логистическая регрессия

d) Дерево решений

Правильный ответ: a

8. Что такое перекрестная проверка (cross-validation)?

a) Метод оценки качества модели

b) Метод визуализации данных

c) Метод очистки данных

d) Метод нормализации данных

Правильный ответ: a

9. Какой алгоритм используют для кластеризации экологических данных?

a) k-средних

b) Линейная регрессия

c) Дерево решений

d) Нейронная сеть

Правильный ответ: a

10. Для чего применяют метод главных компонент (PCA) в экологии?

a) Для уменьшения размерности данных

b) Для увеличения размерности данных

c) Для классификации данных

d) Для регрессионного анализа

Правильный ответ: a

11. Какой библиотекой Python чаще всего пользуются для классического машинного обучения?

a) Scikit-learn

b) TensorFlow

c) PyTorch

d) Keras

Правильный ответ: a

12. Какой алгоритм используют для прогнозирования непрерывных величин (например, температуры)?

a) Линейная регрессия

b) Логистическая регрессия

c) Метод k-ближайших соседей

d) Метод k-средних

Правильный ответ: a

13. Что такое ROC-кривая?

a) График оценки качества классификации

b) График изменения температуры

c) Способ визуализации данных

d) Метод кластеризации

Правильный ответ: a

14. Какой параметр в алгоритме k-ближайших соседей требует настройки?

a) Число соседей (k)

b) Размер данных

c) Количество признаков

d) Время обучения

Правильный ответ: a

15. Какой метод используют для выбора наиболее значимых признаков?

a) Отбор признаков (feature selection)

b) Увеличение признаков

c) Удаление всех признаков

d) Случайный выбор признаков

Правильный ответ: а

16. Что такое "разделяющая гиперплоскость" в SVM?

a) Граница между классами

b) Линия тренда

c) График распределения

d) Метод нормализации

Правильный ответ: а

17. Какой алгоритм основан на построении иерархии кластеров?

a) Иерархическая кластеризация

b) Метод k-средних

c) DBSCAN

d) Метод главных компонент

Правильный ответ: а

18. Какой параметр оценивает важность признаков в случайном лесе?

a) Важность признаков (feature importance)

b) Количество деревьев

c) Глубина дерева

d) Размер выборки

Правильный ответ: а

19. Какой метод используют для работы с категориальными признаками?

a) One-hot encoding

b) Нормализация

c) Стандартизация

d) Удаление признаков

Правильный ответ: а

20. Какой алгоритм устойчив к выбросам в данных?

a) Метод опорных векторов

b) Линейная регрессия

c) Метод k-ближайших соседей

d) Дерево решений

Правильный ответ: а

#### Тест 4 по разделу 4: "Нейронные сети и глубокое обучение в экологии"

1. Что является основной структурной единицей нейронной сети?

a) Нейрон

b) Дендрит

c) Синапс

d) Аксон

Правильный ответ: а

2. Какая функция активации чаще всего используется в скрытых слоях нейросетей?

a) ReLU

b) Сигмоида

c) Тангенс гиперболический

d) Линейная

Правильный ответ: а

3. Для каких задач в экологии преимущественно используются сверточные нейронные сети (CNN)?

a) Анализ спутниковых снимков

b) Прогнозирование временных рядов

c) Обработка текстовых данных

d) Анализ звуков природы

Правильный ответ: a

4. Какой тип нейронных сетей лучше всего подходит для прогнозирования динамики популяций животных?

a) Рекуррентные нейронные сети (RNN)

b) Сверточные нейронные сети (CNN)

c) Полносвязные сети

d) Генеративные состязательные сети

Правильный ответ: a

5. Что такое dropout в нейронных сетях?

a) Метод регуляризации

b) Функция активации

c) Тип слоя нейросети

d) Метод оптимизации

Правильный ответ: a

6. Какая библиотека чаще всего используется для работы с глубоким обучением в Python?

a) TensorFlow/Keras

b) Scikit-learn

c) Pandas

d) NumPy

Правильный ответ: a

7. Для чего используется transfer learning в экологических задачах?

a) Для адаптации предобученных моделей

b) Для ускорения обучения с нуля

c) Для уменьшения размера модели

d) Для визуализации данных

Правильный ответ: a

8. Какой тип нейросетей используется для обработки последовательных данных, таких как временные ряды климатических изменений?

a) LSTM

b) CNN

c) GAN

d) Autoencoder

Правильный ответ: a

9. Что такое эпоха (epoch) в обучении нейронной сети?

a) Полный проход по всем обучающим данным

b) Часть обучающей выборки

c) Один шаг градиентного спуска

d) Метод регуляризации

Правильный ответ: a

10. Какой алгоритм оптимизации чаще всего используется при обучении нейронных сетей?

a) Adam

b) Градиентный спуск

c) Метод Ньютона

d) Стохастический градиентный спуск

Правильный ответ: a

11. Для чего используются генеративные состязательные сети (GAN) в экологии?

a) Для синтеза экологических данных

b) Для классификации видов

c) Для регрессионного анализа

d) Для кластеризации

Правильный ответ: а

12. Что оценивает функция потерь (loss function) в нейронных сетях?

a) Ошибку предсказания модели

b) Качество данных

c) Скорость обучения

d) Размер модели

Правильный ответ: а

13. Какой тип нейросетевой архитектуры используется для сегментации изображений в экологических исследованиях?

a) U-Net

b) ResNet

c) VGG

d) AlexNet

Правильный ответ: а

14. Что такое батч (batch) в обучении нейронных сетей?

a) Подмножество обучающих данных

b) Полный набор данных

c) Один элемент данных

d) Метод нормализации

Правильный ответ: а

15. Какой метод помогает бороться с переобучением в нейронных сетях?

a) Ранняя остановка

b) Увеличение числа слоев

c) Уменьшение количества данных

d) Увеличение скорости обучения

Правильный ответ: а

16. Для чего используется метод аугментации данных в обработке экологических изображений?

a) Для увеличения разнообразия обучающей выборки

b) Для уменьшения размера данных

c) Для ускорения обучения

d) Для визуализации

Правильный ответ: а

17. Какой тип нейросетей используется для одновременной обработки изображений и текста в экологических исследованиях?

a) Мультимодальные нейросети

b) Сверточные нейросети

c) Рекуррентные нейросети

d) Автокодировщики

Правильный ответ: а

18. Что такое embedding в нейронных сетях?

a) Представление категориальных данных в векторном виде

b) Метод визуализации

c) Тип слоя нейросети

d) Метод регуляризации

Правильный ответ: а

19. Какой показатель используется для оценки качества модели в задачах классификации изображений?

a) Accuracy

b) MSE

c) R-квадрат

d) Дисперсия

Правильный ответ: а

20. Какой подход используется для обработки мультиспектральных спутниковых снимков?

a) 3D-свертки

b) 1D-свертки

c) Полносвязные слои

d) Автокодировщики

Правильный ответ: а

#### Тест 5 Оптимизация и принятие решений в экологии и природопользовании

1. Генетические алгоритмы основаны на принципах:

a) Теории игр

b) Естественного отбора и эволюции

c) Линейного программирования

d) Нейронных сетей

2. В генетических алгоритмах оператор "кроссинговер" означает:

a) Удаление слабых решений

b) Обмен частями хромосом между особями

c) Случайное изменение гена

d) Выбор лучших особей для размножения

3. Как генетические алгоритмы применяются в планировании заповедных территорий?

a) Для случайного распределения зон охраны

b) Для оптимизации размещения с учётом биоразнообразия и минимизации конфликтов с человеком

c) Только для расчёта стоимости земель

d) Для автоматического создания карт

4. Какой этап генетического алгоритма соответствует "мутации"?

a) Обмен участками хромосом

b) Случайное изменение части решения

c) Выбор наиболее приспособленных особей

d) Создание начальной популяции

5. Генетические алгоритмы в экомониторинге помогают:

a) Уменьшить количество данных

b) Оптимизировать маршруты для максимального охвата при минимальных затратах

c) Заменить полевые исследования

d) Автоматически определять виды животных

6. DSS на основе ИИ — это:

a) База данных экологических нормативов

b) Инструмент для автоматического принятия решений без участия человека

c) Система, помогающая анализировать данные и выбирать оптимальные решения

d) Программа для моделирования климата

7. Какой тип данных НЕ используется в экологических DSS?

a) Спутниковые снимки

b) Социальные сети

c) Данные о загрязнении воды и воздуха

d) Биоразнообразию и ареалы видов

8. ИИ в DSS может применяться для:

a) Только визуализации данных

b) Прогнозирования изменений экосистем и оценки рисков

- c) Замены экспертов-экологов
  - d) Автоматического написания научных статей
9. Какая технология ИИ чаще всего используется в DSS для оптимизации решений?
- a) Генетические алгоритмы
  - b) Компьютерное зрение
  - c) Обработка естественного языка (NLP)
  - d) Рекомендательные системы
10. Главное преимущество DSS в экологии — это:
- a) Полная автономность системы
  - b) Возможность учитывать множество факторов и предлагать обоснованные решения
  - c) Отсутствие необходимости в данных
  - d) Замена полевых исследований
11. Как ИИ помогает в выборе мест для ветряных электростанций?
- a) Исключительно по политическим указаниям
  - b) На основе анализа ветрового потенциала, рельефа и экологических ограничений
  - c) Только по стоимости земли
  - d) Случайным образом
12. Какой алгоритм НЕ используется для оптимизации размещения энергообъектов?
- a) Генетический алгоритм
  - b) Метод Монте-Карло
  - c) Линейная регрессия
  - d) Рой частиц (PSO)
13. Почему важно учитывать экологические ограничения при размещении ВЭС?
- a) Чтобы избежать конфликтов с животными мигрирующими путями
  - b) Только для снижения затрат
  - c) Потому что это требование инвесторов
  - d) Это необязательно
14. Какая модель ИИ подходит для прогнозирования изменений землепользования?
- a) Нейронные сети
  - b) Генетические алгоритмы
  - c) Деревья решений
  - d) Все перечисленные
15. Какой фактор НЕ учитывается при моделировании землепользования?
- a) Климатические изменения
  - b) Динамика населения
  - c) Курс криптовалют
  - d) Экономическое развитие региона
16. Что позволяет предсказать моделирование сценариев землепользования?
- a) Только будущую стоимость земли
  - b) Возможные экологические последствия разных вариантов развития
  - c) Погоду на 10 лет вперёд
  - d) Распространение конкретного вида растений
17. Какой метод оптимизации НЕ относится к метаэвристическим?
- a) Генетический алгоритм
  - b) Имитация отжига
  - c) Симплекс-метод
  - d) Алгоритм муравьиной колонии
18. Какое преимущество у ИИ-моделей перед традиционными методами в экологии?
- a) Они дешевле
  - b) Они могут обрабатывать большие объёмы данных и находить сложные зависимости
  - c) Они не требуют данных
  - d) Они всегда дают 100% точный прогноз

19. Что такое "многокритериальная оптимизация"?
- Оптимизация только по одному параметру
  - Поиск решения, учитывающего несколько противоречивых критериев
  - Метод без использования ИИ
  - Только математическое моделирование
20. Какой инструмент НЕ используется в системах экологического мониторинга на основе ИИ?
- Дистанционное зондирование
  - Датчики IoT
  - Блокчейн
  - ГИС-технологии

#### Тема 6: Прикладные проекты и устойчивое развитие

- Какая из ЦУР ООН (SDG) напрямую связана с климатическими действиями?
  - SDG 7 (Недорогостоящая и чистая энергия)
  - SDG 13 (Борьба с изменением климата)
  - SDG 6 (Чистая вода и санитария)
  - SDG 9 (Индустриализация и инновации)
- Как ИИ может способствовать достижению SDG 15 (Сохранение экосистем)?
  - Только через автоматизацию отчетности
  - Через мониторинг биоразнообразия и прогнозирование угроз
  - Исключительно путем замены полевых исследований
  - Через снижение стоимости оборудования
- Какой из перечисленных инструментов ИИ НЕ применяется для анализа климатических данных?
  - Нейронные сети
  - Генетические алгоритмы
  - Рекомендательные системы
  - Спутниковый мониторинг
- Какой показатель НЕ является ключевым для оценки эффективности климатических действий (SDG 13)?
  - Уровень выбросов CO<sub>2</sub>
  - Температурные аномалии
  - Количество патентов в области ИИ
  - Частота экстремальных погодных явлений
- Что означает термин "XAI" (Explainable AI)?
  - ИИ, который работает без данных
  - ИИ, способный объяснять свои решения понятным для человека образом
  - Исключительно автономные роботы
  - ИИ, применяемый только в науке
- Почему интерпретируемость моделей важна в экологических проектах?
  - Чтобы уменьшить точность прогнозов
  - Для обеспечения прозрачности и доверия к решениям
  - Только для упрощения кода
  - Чтобы исключить участие экспертов
- Какой метод НЕ относится к XAI?
  - LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations)
  - SHAP (Shapley Additive Explanations)
  - Деревья решений
  - "Чёрный ящик" (неинтерпретируемые нейронные сети)

8. Какая проблема может возникнуть при использовании "чёрного ящика" в экологии?
- Невозможность объяснить, почему модель приняла решение
  - Слишком высокая скорость работы
  - Отсутствие данных
  - Чрезмерная прозрачность алгоритмов
9. Какой алгоритм можно использовать для детекции нефтяных разливов по спутниковым данным?
- Метод k-ближайших соседей (k-NN)
  - Свёрточные нейронные сети (CNN)
  - Линейная регрессия
  - Наивный байесовский классификатор
10. Какой тип данных наиболее важен для модели прогноза инвазивных видов?
- Только температурные данные
  - Данные о распространении вида, климате и антропогенной нагрузке
  - Социально-экономическая статистика
  - Курсы валют
11. Какой этап НЕ входит в подготовку отчёта с экологической интерпретацией?
- Визуализация результатов
  - Обсуждение ограничений модели
  - Соккрытие неудобных данных
  - Сравнение с альтернативными решениями
12. Какой инструмент НЕ используется для анализа спутниковых данных в экологии?
- ГИС (геоинформационные системы)
  - Python-библиотеки (например, TensorFlow, Scikit-learn)
  - Блокчейн
  - Дистанционное зондирование Земли
13. Какое преимущество у ИИ перед традиционными методами в прогнозировании инвазивных видов?
- Возможность обрабатывать большие объёмы данных и выявлять сложные закономерности
  - Полная замена полевых исследований
  - Отсутствие ошибок
  - Низкая стоимость внедрения
14. Какой показатель важен при оценке модели детекции нефтяных разливов?
- Точность (ассигасу)
  - Количество параметров модели
  - Стоимость сервера для обучения
  - Скорость работы на старом компьютере
15. Что означает "ложноположительный результат" в модели детекции разливов?
- Модель пропустила разлив
  - Модель ошибочно указала на разлив там, где его нет
  - Модель не выдала результата
  - Модель работает идеально
16. Почему важно учитывать погрешности модели в экологическом отчёте?
- Чтобы скрыть недостатки алгоритма
  - Для оценки надежности рекомендаций
  - Только для увеличения объёма отчёта
  - Чтобы избежать обсуждения с коллегами
17. Какой принцип устойчивого развития связан с предотвращением экологических катастроф?
- Принцип "после нас — хоть потоп"
  - Принцип предосторожности

- c) Принцип максимальной экономии
  - d) Принцип отказа от технологий
18. Какая организация координирует ЦУР ООН?
- a) Всемирный банк
  - b) ООН (Программа развития ООН, UNDP)
  - c) Международный валютный фонд (МВФ)
  - d) Всемирная торговая организация (ВТО)
19. Какой метод НЕ применяется для валидации экологических моделей?
- a) Перекрестная проверка (cross-validation)
  - b) Сравнение с полевыми данными
  - c) Оценка на исторических данных
  - d) Лотерея
20. Какой аспект НЕ учитывается при разработке ИИ-проектов для устойчивого развития?
- a) Экологическая этика
  - b) Влияние на местные сообщества
  - c) Максимизация прибыли любой ценой
  - d) Долгосрочные последствия

Критерии оценки тестов 1-6:

- 18-20 правильных ответов: "5"
- 15-17 правильных ответов: "4"
- 12-14 правильных ответов: "3"

#### Индивидуальные задания 1 по теме «Введение в ИИ»

1. Определения ИИ. Напишите эссе (1–2 страницы) о том, как вы понимаете термин «искусственный интеллект». Приведите примеры применения ИИ в экологии.
2. История развития ИИ. Создайте хронологическую таблицу ключевых событий в истории ИИ. Отметьте, какие из них повлияли на экологические исследования.
3. Связь ИИ и экологии. Подготовьте презентацию (5–7 слайдов) о том, как ИИ помогает решать глобальные экологические проблемы (например, изменение климата, вырубка лесов).
4. Классификация в экологии. Используя датасет GBIF, примените алгоритм классификации (например, Random Forest) для определения видов растений по их характеристикам.
5. Регрессия для экопрогнозирования. На основе данных о температуре и CO<sub>2</sub> за последние 50 лет постройте линейную регрессию для прогнозирования уровня CO<sub>2</sub> на следующие 10 лет.
6. Кластеризация экоданных. Загрузите данные о загрязнении воздуха в разных городах и примените метод k-means для выявления групп городов с похожей экологической ситуацией.
7. Сравнение алгоритмов. Возьмите датасет о распространении инвазивных видов и сравните эффективность SVM, Decision Tree и Logistic Regression в их классификации.
8. Нейросети в экологии. Обучите простую нейронную сеть (например, на TensorFlow/Keras) для распознавания видов птиц по их фотографиям (можно использовать датасет iNaturalist).
9. Этика ИИ в природопользовании. Проведите дискуссию (можно в виде эссе) на тему: «Может ли ИИ навредить экологии?» (например, из-за больших энергозатрат на обучение моделей).
10. Кейс-анализ: ИИ и права животных. Разберите пример использования ИИ для отслеживания миграции животных. Какие этические проблемы могут возникнуть?

11. Биас в экологических данных. Исследуйте, как предвзятость в данных (например, неравномерное покрытие GBIF по регионам) влияет на экологические прогнозы.
12. ИИ в мониторинге биоразнообразия. Проанализируйте кейс проекта «Wildbook» (автоматическое распознавание животных по фото). Какие алгоритмы там используются?
13. Климатические модели и ИИ. Изучите, как ИИ помогает в прогнозировании ураганов. Напишите краткий обзор (1 страница) с примерами.
14. Спутниковые данные и ИИ. Используя Google Earth Engine, проанализируйте динамику вырубки лесов в одном из регионов за последние 20 лет.
15. ИИ в борьбе с браконьерством. Разберите пример использования дронов и ИИ для защиты редких видов (например, слонов в Африке).
16. GBIF: Поиск данных. Скачайте датасет о распространении определенного вида (например, *Ursus arctos*) и визуализируйте его ареал на карте (Python + Folium/GeoPandas).
17. Очистка экоданных. Возьмите датасет о качестве воды и проведите предобработку: удаление пропусков, обработка выбросов.
18. Визуализация данных. Постройте графики распределения температуры и осадков за 10 лет для любого региона (данные можно взять из NOAA или World Bank).
19. Анализ временных рядов. Используя данные о концентрации метана в атмосфере, примените ARIMA для прогнозирования.
20. Применение PCA. Загрузите многомерные данные о почвах и сократите размерность с помощью PCA. Объясните, какие факторы наиболее важны.
21. Создание чат-бота для экопросвещения. Разработайте простого Telegram-бота, который отвечает на вопросы о биоразнообразии (можно использовать Dialogflow или Rasa).
22. Прогнозирование пожаров. На основе данных о погоде и исторических пожарах постройте модель для предсказания риска возгораний (логистическая регрессия).
23. Анализ звуков природы. Используя библиотеку Librosa (Python), проанализируйте аудиозаписи птиц и попробуйте классифицировать виды по голосам.
24. ИИ и устойчивое сельское хозяйство. Разберите кейс использования ИИ для оптимизации полива (например, проект Microsoft «FarmBeats»).
25. Обработка изображений со спутников. Примените U-Net для сегментации лесных массивов на спутниковых снимках (можно использовать данные Sentinel-2).
26. Оптимизация маршрутов для экомониторинга. С помощью генетического алгоритма рассчитайте оптимальный маршрут для патрулирования заповедника.
27. Анализ соцсетей для экологии. Соберите данные Twitter по хэштегам #ClimateChange и проведите sentiment-анализ (Python + NLTK).
28. ИИ в переработке отходов. Изучите, как компьютерное зрение сортирует мусор (например, проект ZenRobotics).
29. Прогнозирование исчезновения видов. Используя данные МСОП (Красная книга), постройте модель, предсказывающую риск вымирания.
30. Симуляция экосистем. Напишите простую агент-ориентированную модель (на NetLogo или Python) для имитации хищник-жертва.
31. Сравнение ИИ и традиционных методов. Выберите любую экологическую задачу (например, прогноз популяции) и сравните точность ИИ и статистических методов.

#### Рекомендации:

- Для выполнения заданий можно использовать Python (Jupyter Notebook), R, Google Colab.
- Датасеты: GBIF, Kaggle (экологические темы), NASA Earth Data, NOAA.
- Полезные библиотеки: Pandas, Scikit-learn, TensorFlow, PyTorch, GeoPandas, Matplotlib/Seaborn.

Каждое задание можно адаптировать под уровень группы (от базового до продвинутого).

**Индивидуальные задания 2 по  
теме «Математические основы для экологических данных»**

1. Нормальное распределение в экологии. Загрузите данные о размерах особей определенного вида (например, длина листьев деревьев). Проверьте гипотезу о нормальности распределения (тест Шапиро-Уилка). Визуализируйте распределение с помощью гистограммы и Q-Q plot.
2. Распределение Пуассона для редких видов. Используя данные о встречаемости редкого вида (например, амурского тигра) за несколько лет, проверьте, подчиняются ли данные распределению Пуассона. Рассчитайте вероятность наблюдения определенного числа особей в следующем году.
3. Биномиальное распределение. В заповеднике проводится учет птиц. Известно, что вероятность обнаружить определенный вид в одном учете равна 0.2. Рассчитайте вероятность обнаружить вид ровно 3 раза в 10 учетах.
4. Сравнение распределений. Возьмите два набора данных (например, концентрации загрязняющих веществ в двух разных регионах). Сравните их распределения с помощью теста Колмогорова-Смирнова.
5. Корреляция параметров воды. Используя данные о качестве воды (рН, температура, содержание кислорода), постройте матрицу корреляций. Определите, какие параметры наиболее связаны.
6. Линейная регрессия для прогнозирования. Постройте модель линейной регрессии, предсказывающую численность популяции вида (например, оленей) на основе данных о доступности корма. Оцените качество модели ( $R^2$ , MSE).
7. Множественная регрессия. Проанализируйте, как несколько факторов (температура, влажность, антропогенная нагрузка) влияют на биоразнообразие. Постройте модель множественной регрессии.
8. Непараметрическая корреляция. Для данных, не подчиняющихся нормальному распределению (например, количество загрязняющих веществ), рассчитайте корреляцию Спирмена.
9. Операции с матрицами. Загрузите спутниковые данные (например, NDVI — индекс растительности). Выполните операции: транспонирование, умножение матриц, вычисление определителя.
10. PCA для экоданных. Примените метод главных компонент (PCA) к данным о химическом составе почв. Определите, какие компоненты вносят наибольший вклад.
11. Сингулярное разложение (SVD). Используя данные о спектрах отражения растительности, выполните SVD и выделите основные паттерны.
12. Решение систем линейных уравнений. Смоделируйте систему уравнений, описывающую баланс питательных веществ в экосистеме. Решите ее матричным методом.
13. Индекс Шеннона. По данным учета видов в сообществе рассчитайте индекс Шеннона. Сравните его для двух разных экосистем.
14. Индекс Симпсона. Вычислите индекс Симпсона для данных о растительном покрове. Объясните, что означает полученное значение.
15. Индекс выравненности Пиелу. На основе данных о распределении видов рассчитайте индекс Пиелу. Сравните его для нарушенных и ненарушенных сообществ.
16. Редкость видов (индекс Бергера-Паркера). Определите доминирующий вид в сообществе с помощью индекса Бергера-Паркера.
17. Бета-разнообразие. Рассчитайте бета-разнообразие для двух соседних участков леса. Используйте индекс Жаккара или Сьёренсена.
18. Графики временных рядов. Постройте график изменения температуры воздуха за год с помощью `matplotlib`. Добавьте скользящее среднее.

19. Картографическая визуализация. Используя `geopandas`, отобразите на карте распределение загрязнения тяжелыми металлами в регионе.
20. Диаграммы рассеяния с регрессией. Создайте scatter plot зависимости численности популяции от площади местообитания. Добавьте линию регрессии.
21. Boxplot для сравнения выборок. Сравните распределение концентрации CO<sub>2</sub> в городской и сельской местности с помощью boxplot.
22. Тепловая карта корреляций. Постройте heatmap корреляций между параметрами воды (температура, pH, мутность).
23. 3D-визуализация. Используя `plotly`, создайте 3D-график зависимости биоразнообразия от высоты над уровнем моря и количества осадков.
24. Анализ климатических данных. Загрузите данные NOAA о температуре за 50 лет. Проверьте тренд с помощью линейной регрессии и теста Манна-Кендалла.
25. Моделирование динамики популяции. Напишите модель Лотки-Вольтерры для системы «хищник-жертва». Визуализируйте динамику.
26. Оптимизация пробоотбора. Используя методы кластеризации (k-means), определите оптимальные места для отбора проб воды в водоеме.
27. Прогнозирование с ML. Постройте модель Random Forest для предсказания индекса качества воздуха (AQI) на основе метеоданных.
28. Анализ текстовых данных. Соберите научные статьи по экологии (например, с PubMed). Проведите частотный анализ терминов.
29. Работа с пропущенными данными. В датасете о загрязнении почв есть пропуски. Заполните их разными методами (среднее, интерполяция) и сравните результаты.
30. Бутстреп для оценки надежности. Примените бутстреп для оценки доверительного интервала среднего значения биоразнообразия в заповеднике.
31. Создание интерактивного дашборда. Используя Dash (Python), разработайте дашборд для визуализации экологических данных (например, динамики вырубки лесов).

Рекомендации:

- Инструменты: Python (Jupyter Notebook), библиотеки: `pandas`, `numpy`, `scipy`, `matplotlib`, `seaborn`, `plotly`, `geopandas`, `sklearn`.
- Датасеты: GBIF, NOAA, Всемирный банк, Kaggle (экологические данные).
- Уровень сложности: Задания 1–15 — базовые, 16–25 — средние, 26–31 — продвинутые.

Каждое задание можно адаптировать под конкретные интересы студентов (например, водные экосистемы, лесные сообщества, климат).

Индивидуальные задания 3 по теме «Классическое машинное обучение в экологии»

1. Прогноз концентрации PM<sub>2.5</sub>. Используя данные о загрязнении воздуха (например, из [OpenAQ](#)), постройте модель линейной регрессии для прогноза PM<sub>2.5</sub> на основе метеорологических данных (температура, влажность, ветер).
2. Множественная регрессия для качества воды. Проанализируйте, как pH, температура и содержание нитратов влияют на уровень кислорода в воде. Постройте модель с `statsmodels` или `sklearn`.
3. Полиномиальная регрессия для роста растений. По данным о зависимости роста растений от количества удобрений постройте полиномиальную регрессию 2-й степени. Сравните с линейной моделью.
4. Гребневая регрессия (Ridge). Для прогноза уровня CO<sub>2</sub> используйте Ridge-регрессию, чтобы избежать переобучения из-за мультиколлинеарности (например, при наличии коррелирующих факторов: температура, выбросы транспорта).
5. Временные ряды: ARIMA для прогноза температуры. Загрузите данные NOAA о среднегодовой температуре и постройте модель ARIMA для предсказания на 5 лет вперед.

6. Определение типа почв по спектральным данным. Используя датасет [Soil Spectral Library](#), обучите модель `RandomForest` для классификации типов почв (чернозем, подзол и т.д.).
7. Классификация видов деревьев по LiDAR-данным. Постройте модель SVM для различения пород деревьев на основе данных LiDAR (высота, плотность кроны).
8. Логистическая регрессия для инвазивных видов. На данных о встречаемости инвазивных растений (например, борщевика) обучите логистическую регрессию для прогноза вероятности их распространения.
9. Ансамбли: Gradient Boosting для оценки риска пожаров. Используя `XGBoost`, создайте модель для классификации участков леса по степени пожарной опасности (данные: влажность, температура, тип растительности).
10. Кросс-валидация для классификации водорослей. Примените k-fold кросс-валидацию к модели `KNN` для определения видов водорослей по химическим параметрам воды.
11. K-means для зон загрязнения. Разделите данные о загрязнении тяжелыми металлами на кластеры (например, «низкое», «среднее», «высокое»). Визуализируйте на карте с `folium`.
12. Иерархическая кластеризация для биоразнообразия. Сгруппируйте регионы по схожести видового состава (данные GBIF). Используйте дендрограмму.
13. DBSCAN для аномалий в экоданных. Найдите выбросы в данных о радиоактивности (например, после аварий) с помощью DBSCAN.
14. GMM для анализа миграции животных. Примените Gaussian Mixture Model к данным GPS-трекинга оленей, чтобы выделить сезонные маршруты.
15. PCA для спутниковых снимков. Уменьшите размерность многоканальных спутниковых данных (Sentinel-2) с 10 до 3 компонент. Визуализируйте результат.
16. t-SNE для визуализации сообществ микробов. Используя данные метагеномики, постройте 2D-карту сходства образцов почвы.
17. NMF для анализа химического состава воды. Примените Non-Negative Matrix Factorization к данным о концентрациях элементов в речной воде.
18. Прогноз уровня CO<sub>2</sub> (регрессия) На основе данных [Mauna Loa Observatory](#) постройте: линейную регрессию, сравните с Random Forest.
19. Классификация растений по гиперспектральным данным. Используя датасет [EuroSAT](#), обучите CNN (можно из `sklearn` для простоты) для классификации сельскохозяйственных культур.
20. Сегментация спутниковых снимков. Примените k-means для деления снимка на классы: лес, вода, городская застройка.
21. Анализ текстов научных статей. С помощью `TF-IDF` и кластеризации (например, LDA) выделите основные темы в исследованиях по изменению климата.
22. Подбор гиперпараметров для Random Forest. Используя `GridSearchCV`, оптимизируйте параметры модели для прогноза индекса качества воды.
23. Кривые обучения для SVM. Постройте кривые обучения для классификации типов леса, чтобы выявить недообучение/переобучение.
24. ROC-анализ для детекции загрязнений. Оцените качество модели логистической регрессии для предсказания загрязнения нефтепродуктами с помощью AUC-ROC.
25. Геопространственный анализ в Python. Используя `geopandas`, предскажите уровень эрозии почв на основе рельефа (данные SRTM).
26. Визуализация прогнозов на карте. Нанесите результаты кластеризации загрязнений воздуха на интерактивную карту (`folium` или `kepler.gl`).
27. Transfer Learning для экологии. Дообучите предварительно обученную модель (например, ResNet) на датасете с изображениями коралловых рифов.
28. Анализ временных рядов с LSTM. Спрогнозируйте численность популяции лосося на основе данных за 20 лет с помощью LSTM.

29. Обнаружение аномалий в данных датчиков. Примените изолирующий лес (IsolationForest) для выявления сбоев в данных датчиков мониторинга воды.
30. Оптимизация с генетическими алгоритмами. Решите задачу размещения заповедников для максимизации биоразнообразия с помощью DEAP.
31. Создание веб-приложения для экомониторинга. Разработайте простой дашборд на Streamlit для визуализации прогнозов модели (например, качества воздуха).

Рекомендации:

- Инструменты: Python (sklearn, pandas, geopandas, tensorflow/keras для LSTM).
  - Датасеты: Экологические: GBIF, NOAA, EuroSAT, Soil Spectral Library. Общие: UCI Machine Learning Repository (разделы Environment).
  - Критерии оценки: Качество предсказаний (MSE, Accuracy). Визуализация результатов. Интерпретируемость модели (например, важность признаков в Random Forest).
- Задания можно комбинировать (например, кластеризация + регрессия) для проектной работы.

#### Индивидуальные задания 4

по теме «Глубокое обучение для обработки природных данных»

1. Сравнение архитектур CNN: Изучите и опишите различия между архитектурами CNN (например, ResNet, U-Net, EfficientNet) для анализа спутниковых снимков. В каких экологических задачах каждая из них наиболее эффективна?
  2. Применение LSTM в экологии: Объясните, как рекуррентные нейронные сети (LSTM, GRU) могут использоваться для прогнозирования динамики популяций видов. Приведите примеры временных рядов, подходящих для такого анализа.
  3. Анализ деградации лесов: Опишите, какие признаки на спутниковых снимках указывают на деградацию лесов (изменение NDVI, текстуры, цвета). Какие слои CNN лучше всего выявляют эти признаки?
  4. Прогнозирование уровня воды в реках: Какие дополнительные данные (помимо временного ряда уровня воды) могут улучшить прогноз с помощью LSTM? (Осадки, температура, антропогенные факторы.)
  5. Обработка мультиспектральных изображений: Чем анализ мультиспектральных снимков отличается от RGB? Как модифицировать CNN для работы с такими данными?
  6. Детекция лесных пожаров: Используя готовый датасет (например, FIRMS NASA), обучите CNN для классификации спутниковых снимков на «пожар»/«нет пожара». Оцените точность модели.
  7. Сегментация вырубок леса: На основе набора данных с размеченными вырубками (можно использовать данные Global Forest Watch) постройте U-Net модель для сегментации пораженных областей.
  8. Сравнение предобученных моделей: Загрузите предобученные CNN (VGG16, ResNet50) и адаптируйте их для классификации типов леса (хвойный, лиственный, смешанный). Сравните их точность.
  9. Аугментация данных: Для задачи детекции пожаров примените аугментацию (повороты, шумы, изменение яркости). Как это повлияло на качество модели?
  10. Анализ NDVI: Напишите скрипт на Python для расчета NDVI из мультиспектральных снимков и визуализируйте изменения растительности за год.
- Задания по LSTM (временные ряды)
11. Прогноз температуры: Используя данные NOAA, обучите LSTM на предсказание температуры воздуха на 7 дней вперед. Сравните с линейной регрессией.
  12. Динамика популяции рыб: На основе данных о ежегодном количестве особей в реке постройте LSTM-модель для прогноза на 5 лет.
  13. Предсказание уровня воды: Возьмите данные о уровне воды в реке (например, Волга) и добавьте в модель данные об осадках. Улучшило ли это прогноз?

14. Ансамбли моделей: Объедините LSTM и случайный лес для прогнозирования численности исчезающего вида. Сравните с отдельными моделями.
15. Обработка пропущенных данных: Временной ряд содержит пропуски (например, из-за сбоя датчиков). Как их заполнить перед обучением LSTM?
16. Разметка собственного датасета: Скачайте спутниковые снимки с Sentinel Hub и вручную разместите области вырубок в Label Studio. Обучите на них CNN.
17. Применение Attention в LSTM: Модифицируйте LSTM, добавив механизм внимания для прогноза температуры. Улучшилась ли интерпретируемость?
18. Генерация синтетических данных: Используйте GAN (Generative Adversarial Networks) для создания искусственных спутниковых снимков лесов.
19. Explainable AI для экологии: Визуализируйте с помощью Grad-CAM, на какие области изображения CNN обращает внимание при классификации пожаров.
20. Оптимизация гиперпараметров: Подберите оптимальные параметры (количество слоев, learning rate) для LSTM с помощью Optuna.
21. Мультимодальное обучение: Объедините CNN (для снимков) и LSTM (для метеоданных) в одну модель для прогноза пожаров.
22. Детекция незаконных вырубок: Проанализируйте, как можно обнаружить вырубки в реальном времени с помощью камер дронов.
23. Прогноз распространения инвазивных видов: Используйте LSTM для предсказания ареала инвазивного растения на основе климатических данных.
24. Анализ последствий ураганов: Обучите CNN определять повреждения лесов после урагана по спутниковым снимкам.
25. Влияние шумов на модель: Добавьте искусственный шум во временные ряды температуры. Как это повлияло на устойчивость LSTM?
26. Визуализация в QGIS: Экпортируйте предсказания модели (например, карту пожаров) в QGIS и наложите на карту местности.
27. Анализ в Google Earth Engine: Напишите скрипт для автоматической детекции изменений леса с 2000 по 2024 год.
28. Кейс «Спасение амазонских лесов»: Предложите решение для мониторинга вырубок в реальном времени с использованием ИИ.
29. Кейс «Прогноз наводнений»: Разработайте прототип системы предупреждения на основе LSTM и данных датчиков.
30. Оптимизация энергопотребления: Как уменьшить вычислительные затраты CNN для работы на дронах?
31. Этика ИИ в экологии: Обсудите риски автоматизированного принятия решений в природоохранной деятельности.

Каждое задание можно адаптировать под уровень подготовки студентов. Для выполнения практических заданий потребуются Python, TensorFlow/Keras и библиотеки для обработки данных (Pandas, NumPy, OpenCV).

#### Индивидуальные задания 5 по теме «Оптимизация и принятие решений»

1. Генетические алгоритмы (ГА) в экологии: Опишите принципы работы ГА и приведите примеры их применения для оптимизации заповедных территорий.
2. Сравнение методов оптимизации: Чем генетические алгоритмы отличаются от методов роя частиц (PSO) или градиентного спуска? В каких экологических задачах ГА предпочтительнее?
3. DSS на основе ИИ: Какие компоненты (модели, данные, интерфейсы) входят в систему поддержки принятия решений для экологического мониторинга?
4. Оптимизация маршрутов: Как с помощью ГА минимизировать затраты на полевые исследования, учитывая рельеф и доступность территории?

5. Этические аспекты ИИ-оптимизации: Какие риски возникают при автоматизированном планировании природопользования?
6. Планирование заповедника: Реализуйте ГА для выбора оптимальных участков под заповедник, максимизируя биоразнообразие и минимизируя площадь.
7. Маршрутизация дронов: Оптимизируйте путь дрона для мониторинга леса, учитывая препятствия и время работы батареи.
8. Размещение ветряков: Решите задачу расстановки ветряных электростанций, минимизируя воздействие на птиц и максимизируя КПД.
9. Адаптация ГА к динамическим условиям: Как модифицировать ГА, если условия (например, погода) меняются во время расчетов?
10. Визуализация решений: Постройте карту оптимальных маршрутов для экомониторинга с помощью Python (библиотеки matplotlib, geopandas).
11. Выбор места для солнечной фермы: Создайте DSS на основе ИИ, учитывающую инсоляцию, почвы и транспортную доступность.
12. Моделирование землепользования: С помощью AnyLogic или Python смоделируйте сценарии изменения сельхозугодий при разных климатических условиях.
13. Оценка рисков для экосистем: Настройте DSS для прогноза последствий строительства плотины на реке.
14. Интеграция с ГИС: Свяжите Python-скрипт оптимизации с QGIS для визуализации решений.
15. Оптимизация лесопосадок: Разработайте алгоритм выбора мест для восстановления леса, учитывая эрозию почв.
16. Гибридные алгоритмы: Объедините ГА и нейросеть для предсказания эффективности заповедных зон.
17. Многокритериальная оптимизация: Решите задачу размещения ООПТ с 3+ критериями (экология, экономика, социальный фактор).
18. Генерация сценариев: Используйте GPT для описания возможных решений DSS в конфликтных ситуациях (например, стройка vs. охрана видов).
19. Оптимизация в реальном времени: Настройте ГА для корректировки маршрутов мониторинга при поступлении новых данных.
20. Эксперимент с мутациями: Исследуйте, как вероятность мутации в ГА влияет на скорость поиска решения для экозадач.
21. Кейс «Спасение амурского тигра»: С помощью ГА определите коридоры между заповедниками для миграции тигров.
22. Кейс «Умный город»: Предложите схему размещения зеленых зон в мегаполисе, снижающую тепловой остров.
23. Кейс «Декарбонизация региона»: Рассчитайте оптимальную комбинацию ВИЭ (ветер, солнце, биомасса) для района.
24. Сравнение библиотек: Решите одну задачу оптимизации с помощью DEAP (Python) и GAUL (C++). Где быстрее?
25. Чувствительность к данным: Как ошибки в входных данных (например, картах растительности) влияют на результат ГА?
26. Оптимизация водопользования: Распределите водные ресурсы между сельским хозяйством и заповедником.
27. Имитация поведения животных: Смоделируйте с помощью ГА миграционные пути оленей при изменении климата.
28. ГА + машинное обучение: Используйте предсказания модели регрессии (например, урожайности) как вход для ГА.
29. DSS с NLP: Добавьте в систему чат-бота для обработки запросов экологов на естественном языке.
30. Автоматизация отчетов: Настройте генерацию PDF-отчетов DSS с графиками и картами.

31. Экспертиза решений: Проведите вебинар, где студенты защищают свои алгоритмы перед «комиссией» (одногоруппниками).

Примечание: Для выполнения заданий потребуются:

- Языки: Python (библиотеки DEAP, scipy.optimize, geopandas).
- Инструменты: QGIS, AnyLogic, Google Earth Engine.
- Данные: открытые ГИС-слои, статистика по ООПТ, климатические данные.

Каждое задание можно адаптировать под уровень группы — от базового программирования до сложных исследований.

Индивидуальные задания 6 по теме «Прикладные проекты и устойчивое развитие»

1. ИИ и ЦУР ООН: Опишите, как технологии ИИ способствуют достижению SDG 13 (климат) и SDG 15 (экосистемы). Приведите примеры реальных проектов.
  2. Интерпретируемость в экологии: Почему XAI (Explainable AI) критически важен для природоохранных решений? Сравните методы SHAP и LIME.
  3. Этические дилеммы: Какие риски возникают при использовании ИИ для управления природными ресурсами? (Пример: смещение данных в прогнозах.)
  4. Данные для устойчивого развития: Какие открытые датасеты (NASA, UNEP, GBIF) можно использовать для экологических задач ИИ?
  5. Климатические модели: Как ИИ улучшает прогнозирование последствий изменения климата по сравнению с традиционными методами?
  6. Детекция нефтяных разливов: Обучите CNN на спутниковых снимках (Sentinel-1/2) для автоматического выявления разливов. Оцените точность.
  7. Прогноз выбросов CO<sub>2</sub>: Постройте LSTM-модель, предсказывающую уровень выбросов в регионе на основе промышленных данных.
  8. Оптимизация «зеленых» городов: Создайте алгоритм размещения парков и солнечных панелей, снижающий тепловой остров (используйте ГИС).
  9. Анализ лесных пожаров: Визуализируйте с Grad-CAM, какие области снимков ИИ считает критическими для прогноза пожаров.
  10. Карта углеродного следа: Разработайте интерактивную карту на Python, показывающую динамику выбросов по странам.
- Проекты по SDG 15 (Экосистемы)
11. Инвазивные виды: Обучите модель (Random Forest + XAI) для прогноза распространения борщевика Сосновского по климатическим данным.
  12. Мониторинг биоразнообразия: Настройте алгоритм распознавания видов птиц по аудиозаписям (библиотека librosa).
  13. Восстановление лесов: Спрогнозируйте оптимальные участки для посадки деревьев, используя данные о почве и деградации земель.
  14. Детекция браконьерства: Проанализируйте снимки с фотоловушек (YOLO) для выявления незаконной охоты в заповедниках.
  15. Оценка здоровья кораллов: Сегментируйте спутниковые изображения рифов, чтобы выделить зоны обесцвечивания (U-Net).
  16. SHAP для экологов: Объясните, почему модель предсказывает вымирание вида, используя SHAP-значения на примере данных МСОП.
  17. Отчет по XAI: Подготовьте документ для чиновников с объяснением решений ИИ-модели по регулированию рыболовства.
  18. Сравнение методов: Примените LIME и SHAP к одной экологической модели. Какой метод понятнее для неспециалистов?
  19. Визуализация важности признаков: Постройте графики влияния температуры, осадков и антропогенных факторов на популяцию лосося.
  20. Экспертиза модели: Проведите «аудит» алгоритма прогноза загрязнения воды на предмет смещений (bias).

21. Генеративный ИИ для экологии: Используйте Stable Diffusion для создания изображений «идеального заповедника» на основе параметров биоразнообразия.
22. ИИ + блокчейн: Предложите схему мониторинга углеродных кредитов с помощью smart-контрактов и спутниковых данных.
23. Климатический чат-бот: Настройте GPT для ответов на вопросы о ЦУР (например, «Как снизить углеродный след университета?»).
24. Игровое моделирование: Разработайте в AnyLogic симулятор последствий решений DSS для экосистемы озера.
25. AR-приложение: Создайте прототип приложения с дополненной реальностью, показывающего влияние вырубок на лес (Unity + Python API).
26. Кейс «Спасение Байкала»: Используйте ИИ для анализа данных о загрязнении озера и предложите меры на основе ХАИ.
27. Кейс «Умное сельское хозяйство»: Оптимизируйте полив полей с помощью ИИ, учитывая прогноз засухи (данные FAO).
28. Соревнование: Чья модель точнее предскажет исчезновение вида по данным Red List? (Kaggle-like задание).
29. Питчинг проектов: Подготовьте 5-минутную презентацию своего ИИ-решения для инвесторов «зеленых» технологий.
30. Экологический аудит ИИ: Оцените, как ваш проект сокращает углеродный след (например, за счет оптимизации вычислений).
31. Рефлексия: Напишите эссе о том, может ли ИИ стать основным инструментом достижения ЦУР к 2030 году.

Рекомендуемые инструменты:

- Языки: Python (библиотеки `shap`, `lime`, `rasterio`, `scikit-learn`).
- Данные: `Global Forest Watch`, `NASA Earthdata`, `GBIF`.
- Платформы: Google Earth Engine, QGIS, Kaggle.

Критерии оценки проектов:

- Научная обоснованность.
- Практическая применимость для ЦУР.
- Качество визуализации и интерпретируемости.
- Инновационность подхода.

Задания можно комбинировать или дробить на этапы (анализ данных → построение модели → отчет).

### Вопросы к зачету

1. Дайте определение искусственного интеллекта. Приведите примеры его применения в экологии.
2. Назовите основные этапы развития ИИ. Какие технологии стали ключевыми для экологических исследований?
3. Какие типы задач (классификация, регрессия, кластеризация) решаются с помощью ИИ в мониторинге биоразнообразия?
4. В чем заключаются этические риски использования ИИ в природопользовании? (Примеры: bias в данных, автономные системы.)
5. Как платформа GBIF помогает в обучении экологических моделей ИИ?
6. Какие распределения (нормальное, Пуассона) используются для моделирования редких видов? Обоснуйте выбор.
7. Как корреляционный анализ применяется для изучения влияния климата на популяции животных?

8. Объясните, зачем в экологии нужны операции с матрицами (например, при обработке спутниковых данных).
9. Напишите формулу индекса Шеннона для биоразнообразия. Как его вычислить в Python (pandas)?
10. Какие графики (matplotlib, seaborn) лучше всего визуализируют динамику загрязнения воздуха?
11. В чем разница между линейной и полиномиальной регрессией для прогноза концентрации загрязнителей?
12. Как классифицировать типы почв по спектральным данным с помощью scikit-learn?
13. Зачем нужна кластеризация (K-means) для анализа зон загрязнения?
14. Как метод PCA упрощает работу с многомерными экологическими данными?
15. Сравните алгоритмы Random Forest и SVM для прогноза уровня CO<sub>2</sub>.
16. Опишите архитектуру CNN для анализа спутниковых снимков (деградация лесов, пожары).
17. Почему LSTM подходит для прогноза уровня воды в реках? Какие данные нужны?
18. Как сегментировать вырубки леса на снимках с помощью U-Net?
19. Какие метрики оценивают качество модели прогнозирования популяций видов?
20. В чем преимущество ResNet перед обычной CNN для обработки мультиспектральных изображений?
21. Как генетические алгоритмы оптимизируют планирование заповедных территорий?
22. Назовите критерии для выбора мест под ветряные электростанции с помощью ИИ.
23. Какие компоненты включает DSS для управления природными ресурсами?
24. Смоделируйте сценарий изменения землепользования при росте температуры на 2°C.
25. Как ансамбли моделей улучшают решения в экологической оптимизации?
26. Приведите 3 примера применения ИИ для достижения SDG 13 (климат) и SDG 15 (экосистемы).
27. Зачем экологическим моделям нужна интерпретируемость (XAI)? Сравните SHAP и LIME.
28. Опишите алгоритм детекции нефтяных разливов на спутниковых снимках.
29. Как прогнозировать распространение инвазивных видов с помощью временных рядов?
30. Какие выводы из отчета по ИИ-проекту будут полезны для экологов и чиновников?

---

Критерии ответа:

- **Теоретические вопросы:** Точность определений, связь с экологией, примеры.
- **Практические задания:** Четкость алгоритма, обоснование выбора методов, код/визуализации.
- **Этические аспекты:** Анализ рисков, предложения по минимизации.

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

*для экзамена*: от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»; от 60 до 79 баллов – «хорошо»; от 80 баллов – «отлично».

*для зачета*: зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов), не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**Рейтинг – план дисциплины**  
**Системы искусственного интеллекта**  
(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление **05.03.06 Экология и природопользование**

Направленность (профиль) подготовки Экология

курс 4, семестр 7

Таблица 4

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1: Введение в ИИ</b>				
Текущий контроль				
Индивидуальное задание 1	8	1	5	8
Рубежный контроль				
Тестовый контроль 1	8	1	5	8
<b>Модуль 2: Математические основы ИИ</b>				
Текущий контроль				
Индивидуальное задание 2	8	1	5	8
Рубежный контроль				
Тестовый контроль 2	8	1	5	8
<b>Модуль 3: Классическое машинное обучение</b>				
Текущий контроль				
Индивидуальное задание 3	8	1	5	8
Рубежный контроль				
Тестовый контроль 3	8	1	5	8
<b>Модуль 4: Нейронные сети и глубокое обучение</b>				
Текущий контроль				
Индивидуальное задание 4	8	1	5	8
Рубежный контроль				
Тестовый контроль 4	8	1	5	8
<b>Модуль 5: Эволюционные и гибридные методы</b>				
Текущий контроль				
Индивидуальное задание 5	8	1	5	8
Рубежный контроль				
Тестовый контроль 5	8	1	5	8
<b>Модуль 6: Прикладное применение ИИ</b>				
Текущий контроль				
Индивидуальное задание 6	10	1	5	10
Рубежный контроль				
Тестовый контроль 6	10	1	5	10
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада	5	1	0	5
2. Публикация статей	3	1	0	3
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)	2	1	0	2
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			-6	-6
Посещение практических занятий			-10	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Зачет			60	110
<b>ИТОГО:</b>			<b>60</b>	<b>110</b>

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### Основная литература

1. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг; пер. с англ. под ред. К.А. Птицына. – 4-е изд. – Москва: Вильямс, 2021. – 1408 с. – ISBN 978-5-8459-2147-3.
2. Бишоп, К. Распознавание образов и машинное обучение / К. Бишоп; пер. с англ. А.А. Слинкина. – Москва: ДМК Пресс, 2020. – 558 с. – ISBN 978-5-97060-273-4.
3. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль; пер. с англ. под ред. А.А. Слинкина. – Москва: ДМК Пресс, 2022. – 652 с. – ISBN 978-5-97060-274-1.
4. Хасти, Т. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction / Т. Хасти, Р. Тибширани, Дж. Фридман. – 2nd ed. – New York: Springer, 2017. – 745 p. – ISBN 978-0-387-84857-0.
5. Николенко, С.И. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей / С.И. Николенко, А.А. Кадури, Е.О. Архангельская. – Санкт-Петербург: Питер, 2023. – 480 с. – ISBN 978-5-4461-1853-2.
6. Герон, О. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow / О. Герон. – 3rd ed. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2022. – 856 p. – ISBN 978-1-4920-3264-9.

### Дополнительная литература

7. Люгер, Дж. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Дж. Люгер; пер. с англ. под ред. В.Л. Стефанюка. – Москва: Вильямс, 2019. – 864 с. – ISBN 978-5-8459-2101-5.
8. Мерфи, К. Probabilistic Machine Learning: An Introduction / К. Мерфи. – Cambridge: MIT Press, 2022. – 834 p. – ISBN 978-0-2620-4582-3.
9. Чоллет, Ф. Глубокое обучение на Python / Ф. Чоллет; пер. с англ. А.А. Киселева. – Санкт-Петербург: Питер, 2021. – 400 с. – ISBN 978-5-4461-1452-7.
10. Эйбрамсон, Б. Генетические алгоритмы: теория и приложения / Б. Эйбрамсон, Д. Фогель; пер. с англ. В.А. Потапова. – Москва: Техносфера, 2020. – 320 с. – ISBN 978-5-94836-567-1.
11. Тегмарк, М. Жизнь 3.0: быть человеком в эпоху искусственного интеллекта / М. Тегмарк; пер. с англ. А.А. Соколова. – Москва: АСТ, 2019. – 560 с. – ISBN 978-5-17-982690-5.
12. Боровиков, В.П. Прикладной искусственный интеллект / В.П. Боровиков. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2022. – 288 с. – ISBN 978-5-9912-0864-1.

### Электронные ресурсы

13. Zhang, A. Dive into Deep Learning [Электронный ресурс] / A. Zhang, Z.C. Lipton, M. Li, A.J. Smola. – 2023. – URL: <https://d2l.ai> (дата обращения: 10.06.2024).
14. ArXiv.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org> (дата обращения: 10.06.2024).
15. Papers with Code [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://paperswithcode.com> (дата обращения: 10.06.2024).

### Периодические издания

16. Journal of Machine Learning Research (JMLR). – ISSN 1532-4435.
17. Nature Machine Intelligence. – ISSN 2522-5839.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

### **Программное обеспечение:**

1. Основы ИИ и математический аппарат
  - Python (язык программирования) + Jupyter Notebook (интерактивные вычисления)
  - NumPy (работа с матрицами и линейная алгебра)
  - SciPy (научные вычисления, оптимизация)
  - Pandas (анализ данных)
  - Matplotlib/Seaborn (визуализация данных)
  - SymPy (символьные вычисления)
2. Классическое машинное обучение
  - Scikit-learn (алгоритмы ML: регрессия, классификация, кластеризация)
  - XGBoost/LightGBM (ансамбли моделей)
  - SHAP/LIME (интерпретация моделей)
3. Нейронные сети и глубокое обучение
  - TensorFlow/Keras (высокоуровневый API для нейросетей)
  - PyTorch (гибкий фреймворк для исследований)
  - OpenCV (обработка изображений)
  - Hugging Face Transformers (NLP: BERT, GPT и др.)
4. Оптимизация и эволюционные алгоритмы
  - DEAP (генетические алгоритмы)
  - PySwarms (роевой интеллект)
  - Optuna/Hyperopt (гиперпараметрическая оптимизация)
5. Обработка данных и Big Data
  - SQL (PostgreSQL, SQLite)
  - Apache Spark (распределённые вычисления)
  - Dask (параллельные вычисления в Python)
6. Дополнительные инструменты
  - Git/GitHub (версионный контроль и проекты)
  - Docker (контейнеризация для воспроизводимости)
  - LaTeX (оформление научных работ)
7. Облачные платформы и GPU
  - Google Colab (бесплатный облачный Jupyter с GPU)
  - Kaggle (датасеты и соревнования)
  - AWS SageMaker / Google Cloud AI (для масштабируемых проектов)
8. Специализированные математические пакеты
  - MATLAB (альтернатива для численных методов)
  - Wolfram Mathematica (символьные вычисления)
  - Gurobi/CPLEX (решение задач оптимизации)

### **Информационные справочные системы:**

1. Онлайн-энциклопедии и базы знаний
  - Wikipedia (разделы по ИИ, математике, алгоритмам)
  - Scholarpedia (рецензируемые статьи по нейросетям, ML)
  - ArXiv.org (научные статьи по ИИ, математике, CS)
  - SpringerLink / IEEE Xplore (академические публикации)
2. Справочники по математике и алгоритмам
  - Wolfram MathWorld (математические формулы, теория)
  - DLMF (Digital Library of Mathematical Functions) (справочник по спецфункциям)
  - NIST Handbook of Mathematical Functions (онлайн-версия)
  - OEIS (Online Encyclopedia of Integer Sequences) (для дискретной математики)

3. Документация по ИИ и ML
  - Scikit-learn Documentation (руководство по классическому ML)
  - TensorFlow/PyTorch Docs (официальная документация)
  - Hugging Face Docs (NLP, трансформеры)
  - Keras API Reference (нейросети для начинающих)
4. Интерактивные обучающие платформы
  - Wolfram Alpha (вычисления, визуализация математики)
  - Kaggle Learn (мини-курсы по ML и DS)
  - Towards Data Science (статьи и туториалы)
5. Базы данных и датасеты
  - UCI Machine Learning Repository (классические датасеты)
  - Kaggle Datasets (реальные данные для проектов)
  - Google Dataset Search (поиск открытых данных)
6. Справочники по программированию
  - Stack Overflow (ответы на технические вопросы)
  - GeeksforGeeks (алгоритмы, структуры данных)
  - Python Official Documentation (справочник по Python)
7. Специализированные ресурсы по ИИ
  - Papers With Code (статьи + реализации алгоритмов)
  - AI Hub (модели от Google Research)
  - Distill.pub (объяснение сложных концепций ИИ)
8. Инструменты для визуализации
  - TensorBoard (анализ обучения нейросетей)
  - Weights & Biases (логирование экспериментов)
  - Plotly (интерактивные графики)

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 301	Лекции	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (28 посадочных мест). Компьютеры, имеющие информационно-вычислительные аналитические системы, которые включают в себя базы данных, методы обработки информации
Аудитория 301	Практические занятия	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (28 посадочных мест). Компьютеры, имеющие информационно-вычислительные аналитические системы, которые включают в себя базы данных, методы обработки информации