Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Н.Н.Ерёмин/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Межфакультетский курс «Применение технологий искусственного интеллекта**

**в экологических исследованиях»**

**«Application of artificial intelligence technologies**

**in environmental studies»**

Автор-составитель: Липатникова О.А.

**Уровень высшего образования:**

***Бакалавриат, магистратура, специалитет***

Форма обучения:

***Очная***

Язык обучения:

***Русский***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

**Аннотация курса**

В целях исполнения перечня поручений Президента РФ по итогам конференции «Путешествие в мир искусственного интеллекта» Правительством РФ было разработано стратегическое направление в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования. Ключевую роль в понимании и определении состояния окружающей среды играют системы экологического мониторинга и прогнозирования. Они охватывают огромное количество данных, которые поступают от датчиков, приборов, а также из различных источников информации, включая спутниковые снимки и геопространственные данные. Эти данные содержат огромный потенциал для понимания текущего состояния окружающей среды, выявления трендов и прогнозирования будущих событий посредством их обработки и анализа, а искусственный интеллект позволяет это делать с высокой скоростью и точностью. Таким образом можно получать ценную информацию и принимать соответствующие меры для сохранения и улучшения состояния окружающей среды.

Одним из ключевых аспектов применения искусственного интеллекта в мониторинге окружающей среды является разработка алгоритмов и моделей машинного обучения для анализа и интерпретации данных. Эти модели позволяют обнаруживать связи и аномалии, которые могут быть незаметными для человеческого взгляда. Кроме того, системы машинного обучения способны работать непрерывно, обрабатывая данные в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на критические события и принимать меры по предотвращению негативных воздействий на окружающую среду.

Предлагаемый межфакультетский курс «Применение технологий искусственного интеллекта в экологических исследованиях» состоит из четырех разделов. Первые два раздела будут посвящены введению в искусственный интеллект и его основным технологиям: машинному и глубокому обучению. Из-за упрощённого изложения, рассчитанного на слушателей, которые прежде не сталкивались с понятием искусственного интеллекта, данные разделы могут быть неинтересны студентам технических факультетов, которые уже разбираются в нейронных сетях. В третьем и четвертом разделах слушателям расскажут о применении искусственного интеллекта при мониторинге объектов окружающей среды и анализе данных, а также для прогнозирования и моделирования в экологии. В конце каждой части отводится время на повторение и дополнительное разъяснение основных положений и понятий, необходимых для понимания и освоения данного раздела.

Для чтения части лекций будут приглашены специалисты производственных и научных организаций, сталкивающиеся в своей профессиональной деятельности с применением технологий искусственного интеллекта в сфере мониторинга объектов окружающей среды.

**Цель и задачи дисциплины**

**Цель** курса – ознакомить слушателей с основными принципами и методами искусственного интеллекта и возможностями адаптации и использования этих технологий при решении различных экологических задач.

**Задачи –** рассмотрение основных концепций искусственного интеллекта и существующих технологий (машинное обучение, глубокое обучение); обсуждение стратегических направлений в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования; обзор примеров и актуальных проектов экологической направленности, где применяются технологии искусственного интеллекта; ознакомление с программами мониторинга окружающей среды и анализа данных; оценка роли искусственного интеллекта в решении проблем изменения климата.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – дисциплина является межфакультетским образовательным курсом.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

Для успешного освоения курса «Применение технологий искусственного интеллекта в экологических исследованиях» специальных входных требований нет. Желательными являются базовые знания в области экологии и понимание основных экологических процессов и проблем, а также базовых методов статистической обработки и визуализации данных.

**3. Объем дисциплины** составляет **1** з.е. (**36** академических часов), в том числе **24** академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (занятия лекционного типа), **12** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

**4. Формат обучения** очный с использованием дистанционных образовательных технологий.

**5. Содержание дисциплины,** структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины | Всего(часы) | В том числе |
| Контактная работас преподавателем (занятия лекционного типа) | Самостоятель-ная работа обучающегося |
| Раздел 1. Введение в искусственный интеллект | 4 | 2 | 2 |
| Раздел 2. Методы и технологии искусственного интеллекта | 8 | 6 | 2 |
| Раздел 3. Применение искусственного интеллекта при мониторинге объектов окружающей среды и анализе данных | 12 | 10 | 2 |
| Раздел 4. Применение искусственного интеллекта для прогнозирования и моделирования в экологии | 12 | 6 | 6 |
| Промежуточная аттестация  | *зачет* |
| Итого | 36 | 24 | 12 |

**6. Содержание разделов дисциплины:**

***Раздел 1. Введение в искусственный интеллект.***

Определение искусственного интеллекта. Краткая история развития искусственного интеллекта. Основные концепции искусственного интеллекта.

***Раздел 2. Методы и технологии искусственного интеллекта.***

Классификация методов искусственного интеллекта. Машинное обучение (Machine learning): общие понятия и типы (надзорное, безнадзорное, полунадзорное). Классификация алгоритмов машинного обучения. Входные параметры. Глубокое обучение (Deep learning). Архитектуры искусственных нейронных сетей (прямого распространения, сверточные, рекуррентные и др.) и их связь с типами решаемых задач (аппроксимация, прогнозирование, кластеризация).

***Раздел 3. Применение искусственного интеллекта при мониторинге объектов окружающей среды и анализе данных.***

Стратегическое направление в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования, обзор приоритетных проектов и показателей их эффективности. Использование беспроводных сенсорных сетей для сбора, передачи и обработки информации в системах мониторинга состояния объектов окружающей среды. Использование беспилотных летательных аппаратов для обследования территорий. Технологии больших данных (Big data) и аналитическая обработка сигналов. Искусственный интеллект в геоинформационных системах. Модели типа «цифровой двойник» (Digital Twin), как перспективная и эффективная технология хранения, сопровождения и оценки мониторинговой информации. Мониторинг морских и океанических экосистем. Анализ и управление водными ресурсами. Мониторинг состояния атмосферного воздуха. Формирование и развитие цифровых платформ услуг мониторинга состояния окружающей среды.

***Раздел 4. Применение искусственного интеллекта для прогнозирования и моделирования в экологии.***

Прогнозирование деградации почв и площадей лесных массивов. Прогнозирование таяния вечной мерзлоты в результате теплового воздействия от подземных нефтепроводов. Системы поддержки принятия экологических решений. Учет выбросов и поглощений парниковых газов, принятие решений в сфере углеродного регулирования. Прогнозирование различных климатических сценариев.

**7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Промежуточная аттестация проводится по результатам проверки сданной в письменном виде (путем отправки на электронную почту в установленный срок) индивидуальной итоговой зачетной работы в формате эссе (объемом 400-800 слов). Оценивание происходит по системе зачет/незачет.

***Примерный перечень тем эссе для промежуточной аттестации:***

1. Создание «цифровых двойников» в рамках цифровой трансформации экологического мониторинга.
2. Применение цифровых двойников для решения задач экологической безопасности.
3. Роль искусственного интеллекта в обработке и анализе больших данных в экологических исследованиях.
4. Роль искусственного интеллекта в повышении эффективности решения экологических проблем.
5. Примеры использования глубокого обучения в экологических исследованиях.
6. Примеры использования машинного обучения в экологических исследованиях.
7. Машинное обучение в задачах поддержки принятия решений при управлении охраной природы.
8. Применение искусственного интеллекта для оценки и прогнозирования деградации почв и лесных площадей.
9. Примеры применения искусственного интеллекта в устойчивом земледелии и сельском хозяйстве.
10. Примеры применения искусственного интеллекта в экологических исследованиях в морских и океанических экосистемах.
11. Примеры применения искусственного интеллекта в анализе и управлении водными ресурсами и бассейнами.
12. Использование методов машинного обучения для прогнозирования загрязненности атмосферного воздуха.
13. Роль искусственного интеллекта в прогнозировании изменений климата.
14. Роль искусственного интеллекта в оценке экологической устойчивости городских систем.
15. Применение искусственного интеллекта в проектах «Smart-экология».
16. Применение искусственного интеллекта в обработке и анализе геопространственных данных.
17. Роль геоинформационных систем в экологических исследованиях.
18. Примеры встраивания технологий искусственного интеллекта в геоинформационные системы.
19. Роль автоматизации и улучшение точности обработки данных в экологических исследованиях.
20. Роль искусственного интеллекта в разработке эффективных стратегий восстановления нарушенных экосистем
21. Примеры применения искусственного интеллекта в борьбе с незаконной добычей природных ресурсов и защите биоразнообразия.
22. Перспективы развития применения технологий искусственного интеллекта в экологических исследованиях.
23. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов для исследований в сфере охраны окружающей среды.
24. Этические вопросы применения искусственного интеллекта в экологических исследованиях

**8. Ресурсное обеспечение:**

**А) Перечень литературы.**

*Основная литература:*

1. Бурков А. Машинное обучение без лишних слов. СПб: Питер, 2020. 192 с..

2. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. СПб: Питер, 2018. 480 с.

3. Dramsch J.S. 70 years of machine learning in geoscience in review. <https://doi.org/10.1016/bs.agph.2020.08.002>

*Нормативные документы:*

1. Поручение Президента РФ от 31 декабря 2020 г. «Перечень поручений по итогам конференции по искусственному интеллекту»

2. Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2021 г. № 3496-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования»

*Дополнительная литература:*

1. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с анг. А. А. Слинкина. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. 652 с.

2. Миронов А.М. Машинное обучение: часть 1. М.:МАКС Пресс. 2018. 90 с.

3. Траск Э. Грокаем глубокое обучение. СПб.: Питер, 2019. 352 с.

**Б) Перечень программного обеспечения:**

**- лицензируемое**

пакет программ MS Office

**- нелицензионное и свободного доступа**

пакет программ Open Office

**В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- Реферативная база данных издательства Elsevier: <https://www.sciencedirect.com/>

- Научная электронная библиотека: <https://www.elibrary.ru/>

- Научная электронная библиотека: <https://cyberleninka.ru/>

**Г) Материально-технического обеспечение:**

Каждому слушателю необходим компьютер/планшет с доступом к интернету (скорость интернета должна быть достаточной для просмотра видео) с камерой и микрофоном. Необходим доступ к платформам для проведения видеоконференций (в частности, Яндекс.Телемост, Webinar Meetings).

Чат в Телеграмм-канале, сопровождающий образовательный процесс.

**9. Разработчик программы:** Липатникова О.А., кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник кафедры геохимии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова