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 МЕЖФАКУЛЬТЕТСКОГО КУРСА**

**«****Цифровизация отрасли экологии и природопользования»**

**«Digitalization of the ecology and nature management industry»**

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 2024

**Аннотация курса**

В конце 2021 г. было разработано и подписано распоряжение Правительства РФ «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования». В нем прописаны приоритеты, цели и задачи цифровой трансформации, перечислены технологии, которые планируется применять, а также приведен обзор приоритетных проектов цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования и показателей их успешной реализации.

Предлагаемый межфакультетский курс «Цифровизация отрасли экологии и природопользования» состоит из трех разделов. В первом поговорим о понятии «цифровая экология». Второй посвящен подробному анализу стратегического направления в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования. В третьем разделе остановимся на основных технологиях, которые планируется внедрить в результате реализации стратегии: искусственные интеллект, дистанционное зондирование Земли, беспилотные летательные аппараты, технология интернет вещей, большие данные, цифровой двойник.

В конце каждой части отводится время на повторение и дополнительное разъяснение основных положений и понятий, необходимых для понимания и освоения данного раздела.

Для чтения отдельных лекций третьего раздела будут приглашены специалисты производственных и научных организаций, использующие в своей профессиональной деятельности рассматриваемые технологии цифровизации в сфере мониторинга объектов окружающей среды.

**Цель и задачи дисциплины**

**Цель** курса – познакомить слушателей с основами цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования.

**Задачи –** введение в понятие «цифровая экология»; существующая законодательная база в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования; обзор применяемых и рекомендуемых технологий цифровизации отрасли экологии и природопользования.

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

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

Для успешного освоения курса «Цифровизация отрасли экологии и природопользования» 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 работа с преподавателем (занятия лекционного типа) | Самостоятель-ная работа обучающегося |
| Раздел 1. Цифровая экология: от прошлого к будущему | 4 | 2 | 2 |
| Раздел 2. Стратегическое направление в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования | 8 | 6 | 2 |
| Раздел 3. Технологии цифровизации отрасли экологии и природопользования | 24 | 16 | 8 |
| Промежуточная аттестация | *зачет* | | |
| Итого | 36 | 24 | 12 |

**6. Содержание разделов дисциплины:**

***Раздел 1. Цифровая экология: от прошлого к будущему.***

Экология, как наука об отношениях организмов и окружающей среды. Существующие парадигмы и научные революции в развитии экологии. Процесс формирования нового языка для описания окружающего мира, основанного на внедрении IT-технологий и становления современной цифровой экологии.

***Раздел 2. Стратегическое направление в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования.***

Приоритеты, цели и задачи цифровой трансформации. Проблемы текущего состояния отрасли экологии и природопользования. Вызовы цифровой трансформации. Стратегические, политические и правовые риски. Органы исполнительной власти, ответственные за реализацию Стратегии цифровой трансформации. Обзор приоритетных проектов цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования и показателей их успешной реализации.

Формирование и развитие цифровых платформ услуг мониторинга состояния окружающей среды. Концепция создания и функционирования единой цифровой платформы Российской Федерации «ГосТех». Государственная информационная система состояния окружающей среды «Экомониторинг».

Опыт перевода процессов оказания государственных услуг в сфере природопользования в цифровой вид.

Общественные экологические организации и их роль в цифровой трансформации.

***Раздел 3. Технологии цифровизации отрасли экологии и природопользования.***

Методы дистанционного зондирования Земли: способы получения информации и сферы применения. Предварительная обработка спутниковых данных. Существующие интерет-сервисы получения и обработки спутниковых снимков. Геоинформационная система Google Earth и облачная платформа для геопространственного анализа данных Google Earth Engine. Сервис SasPlanet для просмотра и загрузки снимков и карт, с сохранением пространственной привязки, как альтернатива Google Earth.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для обследования территорий, особенности организации работ в правовом поле. Различные типы БПЛА, их преимущества и недостатки.

Технологии искусственного интеллекта: определение и классификация методов. 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). Искусственный интеллект в геоинформационных системах.

Различные ChatGPT и возможности их использования при подготовке отчетов в сфере экологии, природопользования и устойчивого развития.

Платформы и мобильные приложения автоматического распознавания биологических видов.

Использование беспроводных сенсорных сетей для сбора, передачи и обработки информации в системах мониторинга состояния объектов окружающей среды. Технологии больших данных (Big data) и аналитическая обработка сигналов. Принцип 7V (Volume – объем, Velocity – скорость, Variety – разнообразие, Veracity – достоверность, Variability – изменчивость, Visualization – визуализация, Value – ценность).

Понятие Интернет вещей (Internet of Things, IoT). Схема эволюции вещей: вещь – вещь с интеллектом – умная вещь – система умных вещей – интернет вещей. Модель умной вещи. Примеры применения этой технологии в экологических исследованиях. Международная декларация «Интернет вещей для устойчивого развития».

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.

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

Промежуточная аттестация проводится по результатам выполненных тестовых работ в течение учебного семестра, проверки сданной в письменном виде (путем отправки на электронную почту в установленный срок) индивидуальной итоговой зачетной работы в формате эссе (объемом 1000-1500 слов). Оценивание происходит по системе зачет/незачет.

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

1. Примеры создания «цифровых двойников» в рамках цифровой трансформации экологического мониторинга.
2. Применение «цифровых двойников» для решения задач экологической безопасности.
3. Примеры применения технологии Big data в экологических исследованиях.
4. Примеры использования машинного обучения в экологических исследованиях.
5. Примеры применения технологии Интернет вещей в экологических исследованиях.
6. Использование беспроводных сенсорных сетей в системах мониторинга состояния объектов окружающей среды
7. Применение методов дистанционного зондирования для оценки и прогнозирования деградации почв и лесных площадей.
8. Примеры применения цифровых технологий в устойчивом земледелии и сельском хозяйстве.
9. Использование беспроводных сенсорных сетей для мониторинга загрязненности атмосферного воздуха.
10. Роль искусственного интеллекта в прогнозировании изменений климата.
11. Привязка ключевых направлений деятельности в области Internet of Things к целям устойчивого развития.
12. Применение искусственного интеллекта в проектах «Smart-экология».
13. Сервисы открытого доступа для обработки и анализа геопространственных данных.
14. Роль геоинформационных систем в экологических исследованиях.
15. Примеры встраивания технологий искусственного интеллекта в геоинформационные системы.
16. Роль автоматизации и улучшение точности обработки данных в экологических исследованиях.
17. Примеры применения современных технологий в борьбе с незаконной добычей природных ресурсов и защите биоразнообразия.
18. Примеры применения беспилотных летательных аппаратов для исследований в сфере охраны окружающей среды.
19. Цифровые платформы и приложения автоматического распознавания биологических видов, их преимущества и недостатки.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка результатов обучения, *соответствующие виды оценочных средств* | **Незачет** | **Зачет** |
| **Знания** основных направлений в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования*(тестовый опрос, итоговое эссе)* | Фрагментарные знания или отсутствие знаний | Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания |
| **Умения**подобрать оптимальную технологию цифровизации для решения задач мониторинга и прогнозирования состояния объектов окружающей среды *(тестовый опрос, итоговое эссе)* | Не систематическое умение или отсутствие умений | Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускаются неточности непринципиального характера) |
| **Навыки** работы в сервисах  Google Earth, Google Earth Engine и SasPlanet  *(выполнение задания в сервисах)* | Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков | Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме |

**8. Ресурсное обеспечение:**

**А) Перечень литературы.**

***Основная литература:***

1. *Сачков И.Н., Тарасьев А.А., Турыгина В.Ф.* Цифровая экология: от прошлого к будущему: учебное пособие / Министерство науки и высшего образования РФ, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2023. 100 с. – доступно в электронном виде в интернете

2. *Dramsch J.S.* 70 years of machine learning in geoscience in review. <https://doi.org/10.1016/bs.agph.2020.08.002> – доступно в электронном виде в интернете

***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»

3. Распоряжение Правительства РФ от 21 октября 2022 г. № 3102-р «Концепция создания и функционирования единой цифровой платформы Российской Федерации "ГосТех"»

4. Федеральный закон от 4 августа 2023 г. N 450-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»

***Дополнительная 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. *Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А.* Глубокое обучение / пер. с анг. А. А. Слинкина. –

2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. 652 с.

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

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

**Б) Перечень программного обеспечения:**

***лицензируемое***

- не требуется

***нелицензионное и свободного доступа***

- пакет программ Open Office

- геоинформационная система Google Earth: <https://earth.google.com/>

- облачная платформа для геопространственного анализа данных в планетарных масштабах Google Earth Engine: <https://earthengine.google.com/>

- сервис для просмотра и загрузки снимков и карт, представляемых различными интернет-сервисами, с сохранением пространственной привязки SAS.Планета 2023: <https://sasplanets.ru>

**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:**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором.

**Д) Дистанционные образовательные технологии:**

Тестовые задания, разработанные с использованием возможностей Moodle, и размещенные на платформе Университет без границ (distant.msu.ru).

Тестовые задания, подготовленные с использованием сервиса Online Test Pad (<https://onlinetestpad.com/>).

Яндекс-формы, применяемые для опросов обратной связи.

Телеграмм-канал, сопровождающий образовательный процесс.

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