Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

декан Геологического факультета

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

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МЕЖФАКУЛЬТЕТСКОГО КУРСА**

**«****Цифровая трансформация отрасли экологии и природопользования»**

**«Digital transformation of the field of ecology and environmental management»**

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 2025

**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, приведен обзор приоритетных проектов цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования и показателей их успешной реализации, а также перечислены технологии, которые планируется применять. В декабре 2023 года Правительство актуализировало данное стратегическое направление (Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования, относящейся к сфере деятельности Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации»).

Предлагаемый межфакультетский курс «Цифровая трансформация отрасли экологии и природопользования» состоит из четырех 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 обсудим приоритетные проекты цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования, которые развиваются в настоящий момент. Четвертый раздел посвящен технологиям искусственного интеллекта, используемым при реализации стратегии цифровой трансформации.

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

**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 приоритетных проектов цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования и показателей их успешной реализации; знакомство с технологиями искусственного интеллекта применительно к процессу цифровой трансформации 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 «Цифровая трансформация 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 | 6 | 4 | 2 |
| Раздел 3. Приоритетные проекты цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования | 12 | 8 | 4 |
| Раздел 4. Применение технологий искусственного интеллекта при реализации стратегии цифровой трансформации | 14 | 10 | 4 |
| 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.

Концепция создания и функционирования единой цифровой платформы Российской Федерации «ГосТех», ее базовые сервисы. Обзор методических рекомендаций по проектированию и оптимизации бизнес-процессов государственных функций, услуг и сервисов, подлежащих реализации на единой цифровой платформе Российской Федерации «ГосТех» (на примере бизнес-процесса «Оформление разрешения на посещение особо-охраняемых природных территорий»).

Опыт перевода процессов оказания государственных услуг в сфере природопользования в цифровой вид. Матрица оценки «цифровой» зрелости отрасли.

Понятие «кадры цифровой экологии». Структура цифровых компетенций сотрудников (базовые, универсальные, общетехнические, специальные).

Электронная подпись и машиночитаемая доверенность.

Программа автоматизированной разработки отчета по инженерно-экологическим изысканиям Ecolog assistant: возможности и ограничения.

Общественные экологические организации и их роль в цифровой трансформации.

***Раздел 3. Приоритетные проекты цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования.***

Обзор приоритетных проектов цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования и показателей их успешной реализации. Формирование и развитие цифровых платформ услуг мониторинга состояния окружающей среды.

Государственная информационная система (ГИС) состояния окружающей среды «Экомониторинг». Структура размещаемой информации. Публично-правовая компания «Российский экологический оператор» – оператор ФГИС «Экомониторинг».

Комплексная система обращения с отходами. Федеральная государственная информационная система учета твердых коммунальных отходов (ФГИС УТКО). Экопросветительские проекты в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами.

Цифровое управление государственным фондом недр. ГИС «Единый фонд геологической информации» как драйвер цифровизации отрасли. Федеральная государственная автоматизированная система лицензирования недропользования (ФГИС «АСЛН»).

Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности ГИС «Энергоэффективность».

Цифровая трансформация водохозяйственного комплекса. Создание и развитие прикладного программного обеспечения «Моя вода» ГИС «Водные данные».

Отраслевая цифровая платформа в области гидрометеорологии (ОЦПГ).

Стратегия развития лесного комплекса до 2030 года. ФГИС «Лесной комплекс». Лесоклиматические проекты.

Закон «Об особо охраняемых природных территориях (ООПТ)». Система управления региональными ООПТ. Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года. Вопросы поддержки и развития экологического туризма. Роль цифровых технологий при создании геопарков в России и странах СНГ.

***Раздел 4. Применение технологий искусственного интеллекта при реализации стратегии цифровой трансформации.***

Технологии искусственного интеллекта: определение и классификация методов. Машинное обучение (Machine learning): общие понятия и типы (надзорное, безнадзорное, полунадзорное). Классификация алгоритмов машинного обучения и их связь с типами решаемых задач (регрессия, кластеризация, классификация). Входные параметры (признаки).

Различные актуальные нейросети для поиска и анализа информации и возможности их использования при подготовке отчетов в сфере экологии, природопользования и устойчивого развития.

Технологии искусственного интеллекта в полевых исследованиях. Платформы и мобильные приложения автоматического распознавания биологических видов. Платформа iNaturalist.

Технологии искусственного интеллекта в сфере обращения с отходами: умные урны, умные мусоровозы, роботизированная сортировка мусора, существующие мобильные приложения.

Обсуждение основных вопросов цифровизации отрасли экологии и природопользования, затронутых на ключевой онлайн-конференции в сфере технологий искусственного интеллекта «Путешествие в мир искусственного интеллекта-2025».

**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. Инфраструктурные технологические сервисы единой цифровой платформы РФ «ГосТех».
2. Роль цифровых инноваций в формировании эффективных стратегий устойчивого развития.
3. Оптимизация бизнес-процесса «Оформление разрешения на посещение особо-охраняемых природных территорий» при реализации на цифровой платформе «ГосТех».
4. Концепция разработки безопасного программного обеспечения на единой цифровой платформе Российской Федерации «ГосТех».
5. Производственный процесс разработки ГИС с учетом применения итерационного подхода
6. Базовые сервисы Единой цифровой платформы Российской Федерации «ГосТех».
7. Возможности портала Госуслуги для получения услуг в сфере природопользования.
8. Применение искусственного интеллекта в проектах «Smart-экология».
9. Сервисы открытого доступа для обработки и анализа геопространственных данных.
10. Роль автоматизации и улучшение точности обработки данных в экологических исследованиях.
11. Примеры применения технологий искусственного интеллекта в борьбе с незаконной добычей природных ресурсов.
12. Примеры применения современных технологий для защиты биоразнообразия.
13. Цифровые платформы и приложения автоматического распознавания биологических видов, их преимущества и недостатки.
14. Мобильные приложения автоматического распознавания биологических видов.
15. Обзор платформы iNaturalist: возможности и преимущества.
16. Применение технологий искусственного интеллекта при ведении лесного реестра и борьбы с незаконными вырубками.
17. Цифровая трансформация в экотуризме и сохранении природных достопримечательностей.
18. Создание системы поддержки и развития экологического туризма.
19. Роль цифровых технологий при создании геопарков в России.
20. Экопросветительская деятельность в сфере обращения с ТКО: федеральные проекты.
21. Экопросветительская деятельность в сфере обращения с ТКО: проекты региональных операторов.
22. Технологии искусственного интеллекта в сфере обращения с отходами.
23. Общественные экологические организации и их роль в цифровой трансформации.
24. Обзор конференций в сфере искусственного интеллекта.
25. Раскрытие понятия «цифровая зрелость» отрасли.
26. Кадры «цифровой экологии»: возможные критерии и показатели.
27. Универсальные цифровые компетенции.
28. Общетехнические цифровые компетенции.
29. Цифровые сервисы в области гидрометеорологии.
30. Роль искусственного интеллекта в прогнозировании изменений климата.
31. Примеры использования машинного обучения в экологических исследованиях.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка результатов обучения, *соответствующие виды оценочных средств* | **Незачет** | **Зачет** |
| **Знания** основных направлений и приоритетных проектов 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 изученных цифровых сервисах  *(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 15 декабря 2023 г. № 3664-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования, относящейся к сфере деятельности Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации»

4. Распоряжение Правительства РФ от 11 февраля 2021 г. № 312-р «Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года»

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

6. 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»

7. Распоряжение Правительства РФ от 20 сентября 2019 г. № 2129-р «Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года»

8. ГОСТ Р 56642–2015. Туристические услуги. Экологический туризм. Общие требования.

9. Федеральный закон от 14.03.1995 N 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (с изм. и доп. от 01.09.2023)10. Федеральный закон от 29.12.2022 N 598-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации "О недрах" и статью 2 Федерального закона "Об отходах производства и потребления"»

11. Федеральный закон от 25.12.2023 N 677-ФЗ «"О внесении изменений в Закон Российской Федерации "О недрах" и статью 16.1 Федерального закона "Об охране окружающей среды"»

12. Федеральный закон от 06.04.2011 N 63-ФЗ (ред. от 04.08.2023) «Об электронной подписи» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023)

***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.

***Интернет-ресурсы:***

1. Единая цифровая платформа «ГосТех» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://platform.gov.ru>

2. Единый фонд геологической информации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://efgi.ru>

3. ФГИС учета твердых коммунальных отходов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://utko.mnr.gov.ru/>

4. Официальный сайт ГИС «Энергоэффективность» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://gis-ee.ru>

5. Официальный сайт ключевой онлайн-конференции в сфере технологий искусственного интеллекта «Путешествие в мир искусственного интеллекта» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://aij.ru>

6. Социальная сеть для учёных-биологов и любителей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.inaturalist.org>

7. Единая цифровая среда для инженерных изысканий Reportum [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://reportum.ru/>

**Б) Перечень программного обеспечения:**

***лицензируемое***

- не требуется

***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:**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором.

**Д) Дистанционные образовательные технологии:**

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

Сервис онлайн-конференций BigBlueButton для проведения онлайн-трансляций лекционных занятий в случае форс-мажорных обстоятельств (<https://class-bbb.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, доцент кафедры геохимии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова