Приложение № 4
к образовательной программе высшего образования – программе магистратуры
по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование
(направленность (профиль) «Геоэкология: мониторинг, прогноз и управление»)

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 7835bcdac1c89a3da835a18f6045494f3f404337
Владелец: Некрасова Людмила Андреевна
Действителен: с 08.07.2026 до 08.07.2027

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Математическая обработка научных данных и искусственный интеллект в науках об окружающей среде»

1. Трудоемкость дисциплины (модуля): 6 з.е.

2. Место дисциплины (модуля) в учебном плане:

Обязательная часть «Профессиональной подготовки» в рамках Блока 1. Дисциплины (модули), реализуется в 3-4 семестрах.

3. Цель дисциплины (модуля): формирование у обучающихся целостной системы теоретических знаний и практических навыков в области математической статистики, анализа данных и искусственного интеллекта, применяемых к обработке и моделированию научных данных в науках об окружающей среде, включая работу с пространственными и временными данными, построение и валидацию моделей, визуализацию и интерпретацию результатов для обоснованных выводов в научно-исследовательской и прикладной деятельности.

4. Задачи дисциплины (модуля):

– сформировать у обучающихся целостное представление о роли математической статистики, современных инструментов анализа данных и машинного обучения в планировании эксперимента, формулировании и проверке научных гипотез, интерпретации результатов наблюдений и измерений в геоэкологии;

– обеспечить владение средой программирования Python и основными библиотеками для организации вычислительных процессов, разведочного анализа данных, визуализации и описательной статистики гидрохимических, почвенных и других геоэкологических показателей;

– развить навыки применения параметрических и непараметрических методов проверки статистических гипотез для сравнения выборок, оценки загрязнения различных участков и выявления значимых различий между группами наблюдений;

– обучить методам корреляционного и регрессионного анализа (линейная, множественная, логистическая регрессия) для количественной оценки связей между параметрами геоэкологических систем, построения прогнозных моделей и оценки их качества;

– сформировать практические навыки работы с пространственными данными, методами геостатистической интерполяции и оценки пространственной автокорреляции для построения карт распределения загрязнителей и интеграции данных точечного отбора проб с растровыми слоями;

– познакомить с элементами машинного обучения для многомерного анализа геоданных: методы снижения размерности (PCA), кластеризации (K-means, DBSCAN) и классификации (Random Forest, SVM), а также выработать навыки оценки качества моделей и интерпретации полученных результатов.

5. Перечень разделов (тем) дисциплины (модуля) и их краткое содержание:

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
Раздел 1. Введение в Python и Разведочный анализ данных (EDA).	Особенности синтаксиса Python. Организация среды (Google Colab, Jupyter Lab/Anaconda). Основные структуры данных. Библиотеки NumPy и Pandas в геоэкологических задачах. Разведочный анализ данных (EDA) в геоэкологии. Описательная статистика гидрохимических и почвенных показателей. Визуализация геоэкологических данных.

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
Раздел 2. Статистический анализ и проверка гипотез.	Статистический анализ многокомпонентных проб. Проверка распределений на нормальность (критерий Шапиро-Уилка). Параметрические и непараметрические критерии для сравнения выборок (t-test, Манн-Уитни, ANOVA) при оценке загрязнения разных участков. Корреляционный и регрессионный анализ. Линейная и множественная регрессия.
Раздел 3. Пространственный анализ и геостатистика.	Работа с пространственными данными в Python. Введение в GeoPandas. Геостатистика и пространственная интерполяция. Пространственная автокорреляция. Понятие о кригинге (Kriging) и IDW (обратные взвешенные расстояния) для построения карт загрязнения по точкам. Основы работы с растровыми данными. Библиотека rasterio. Интеграция данных точечного отбора проб с растровыми слоями (ЦМР, ДЗЗ, вегетационные индексы NDVI).
Раздел 4. Анализ временных рядов.	Временные ряды в геоэкологии. Особенности экологического мониторинга (сезонность, тренды). Работа со временем в Pandas. Ресемплинг данных (переход от суточных данных к среднемесячным). Анализ трендов и прогнозирование. Выделение сезонной составляющей. Проверка стационарности. Базовые методы прогнозирования качества сред.
Раздел 5. Элементы машинного обучения (ML) для геоданных.	Введение в многомерный анализ. Снижение размерности данных химического состава проб: метод главных компонент (PCA). Кластеризация экологических объектов. Алгоритмы K-means и DBSCAN. Классификация и прогноз. Случайный лес (Random Forest) и метод опорных векторов (SVM). Оценка качества моделей. Метрики качества классификации (Accuracy, F1-score) и регрессии (R2 , RMSE).

6. Образовательные результаты освоения дисциплины (модуля):

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области наук о Земле, а также смежных наук для решения задач мониторинга и оценки состояния природных и антропогенных экосистем, прогноза их	ИПК-1.2. Умеет систематизировать и анализировать научную информацию и результаты экспериментов для выработки решений существующих и новых задач в профессиональной деятельности

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
трансформации и управления данными изменениями	
ПК-2. Способен выбирать и использовать современные методы исследования, осваивать новые методы и техники исследования для решения задач мониторинга и оценки геоэкологического состояния компонентов природной среды	ИПК-2.2. Умеет использовать современные методы исследования для решения задач мониторинга и оценки геоэкологического состояния компонентов природной среды
	ИПК-2.3. Осваивает новые методы и техники исследования для решения задач мониторинга и оценки геоэкологического состояния компонентов природной среды
ПК-4. Способен использовать технологии искусственного интеллекта, специализированное программное обеспечение и базы данных, в том числе геоинформационные системы, для решения задач управления природными и антропогенными экосистемами	ИПК-4.1. Знает принципы хранения, обработки, распространения и представления информации, современные программные пакеты и базы данных для геоэкологических исследований
	ИПК-4.2. Умеет применять методы математического моделирования на базе специализированного программного обеспечения для геоэкологических исследований
	ИПК-4.3. Умеет использовать современные информационные технологии при сборе, обработке, анализе и представлении информации для решения задач управления природными и антропогенными экосистемами
ПК-6. Способен оформлять и представлять результаты научно-исследовательской работы по идентификации, мониторингу и снижению негативного воздействия на окружающую среду и климат	ИПК-6.3. Оформляет результаты научно-исследовательской работы в соответствии с требованиями к научным работам (включая статистически обоснованные выводы и визуализацию данных)