

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра прикладной и системной экологии

Рабочая программа дисциплины

Методы анализа и обработки геоэкологической информации

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль):

**Экологические проблемы больших городов, промышленных зон и
полярных областей**

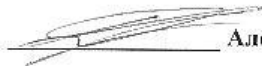
Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная, заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП



Алексеев Д.К.

Утверждаю

Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
09 февраля 2021 г., протокол № 5

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
01 февраля 2021 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Алексеев Д.К.

Авторы-разработчики:




Шелутко В.А.

Урусова Е.С.

Санкт-Петербург 2021

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на ____/____ учебный год без изменений*

Протокол заседания кафедры _____ **от** __.__.20__ **№**__

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на ____/____ учебный год с изменениями (см. лист изменений)**

Протокол заседания кафедры _____ **от** __.__.20__ **№**__

*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

**Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены изменения

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы анализа и обработки геоэкологической информации» является подготовка бакалавров по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», владеющих комплексом знаний о методах обработки и анализа геоэкологической информации и умеющих применять их на практике.

Основные задачи дисциплины:

- изучение особенностей геоэкологической информации и их учет при обработке данных наблюдений;
- изучение современных математических моделей и принятых методов обработки геоэкологической информации, возможности и необходимость их применения;
- изучение алгоритма применения численных методов, используемых при анализе и обработке данных об окружающей среде и факторах ее формирования;

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Методы анализа и обработки геоэкологической информации» по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», относится к дисциплинам вариативной части цикла профессиональных дисциплин. Дисциплина реализуется в пятом и шестом семестрах для очной формы обучения и в третий и четвертый год обучения для заочной формы обучения.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Прикладные программные системы в экологии».

Дисциплина «Методы анализа и обработки геоэкологической информации» является базовой для освоения дисциплин «Техногенные системы и экологический риск», «Экологический мониторинг», и др.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

УК-1, ПК-1

Таблица 1.

Универсальные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Знать: - основные этапы реализации различных методов обработки геоэкологической информации. Уметь: - выделять необходимые этапы применения методов обработки геоэкологической информации Владеть: - навыками систематизации и дифференциации требуемых методов обработки данных

		для решения поставленных задач
	УК-1.2 Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи	Знать: - основы выбора исходной информации для применения того или иного метода её обработки. Уметь: - оценивать необходимый объем исходной информации для решения поставленной задачи и интерпретировать на основе этого полученный результат. Владеть: - навыками систематизации и дифференциации различных типов информации для применения тех или иных методов её обработки.

Таблица 2.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен к работе в лабораториях, в вычислительных центрах при проведении научно-исследовательских и производственных работ в области экологии, охраны природы и других наук об окружающей среде под руководством специалистов и квалифицированных научных сотрудников.	ПК-1.1 Выделяет круг задач в рамках поставленной цели и выбирает оптимальные способы их решения при разработке и реализации проектов	Знать: - принципы выбора метода анализа или обработки на основе имеющихся данных. Уметь: - обосновывать необходимые методы анализа и обработки данных исходя из задач проекта. Владеть: - навыками выбора оптимального метода анализа информации с учетом конкретных задач.
	ПК-1.2 Определяет источники, проводит поиск и	Знать: - основы поиска и

	анализ информации необходимой для выполнения научно-исследовательской работы	проверки достоверности полученной информации. Уметь: - оценивать и анализировать необходимый объем информации для применения различных методов анализа. Владеть: - навыками анализа и методов обработки информации для выполнения различных научно-исследовательских работ.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 академических часов.

Таблица 3.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	216	-	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:			
в том числе:	-	-	-
лекции	28		8
Занятия семинарского типа:			
Практические занятия			
Лабораторные занятия	56		16
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	132		192
в том числе:	-	-	-
Курсовая работа	84	-	84
Контрольная работа	-	-	24
Вид промежуточной аттестации	Экзамен Курсовая работа	-	Экзамен Курсовая работа

4.2. Структура дисциплины

Таблица 4.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формиру емые компетен ции	Индикатор ы достижения компетенци й
			Лекции	Лабораторные работы	СРС			
1	Введение	5	2	0	12	Устный опрос	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
2	Математические модели геоэкологических процессов	5	2	0	12	Устный опрос	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
3	Применение теории случайной величины для обработки геоэкологической информации	5	4	8	18	Лабораторная работа №1 Контрольная работа	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
4	Применение теоретических законов распределения и кривых обеспеченности в геоэкологии	5	4	8	18	Лабораторная работа №2 Контрольная работа	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
5	Статистические оценки числовых характеристик геоэкологических процессов	5	4	6	18	Лабораторная работа №3 Контрольная работа	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
6	Статистическая проверка гипотез и оценка однородности исходной информации	5 6	4	12	18	Лабораторная работа №4 Лабораторная работа №5	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
7	Статистический анализ зависимостей и линейная корреляция в геоэкологии	6	4	16	18	Лабораторная работа №6 Лабораторная работа №7	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
8	Численные методы анализа геоэкологических процессов	6	4	6	18	Лабораторная работа №8 Контрольная работа	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
	Итого		28	56	132			

Таблица 5.

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формиру емые компетен ции	Индикатор ы достижения компетенци й
			Лекции	Лабораторные работы	СРС			
1	Введение	3	1	0	24	Устный опрос	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
2	Математические модели геоэкологических процессов	3	1	0	24	Устный опрос	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
3	Применение теории случайной величины для обработки геоэкологической информации	3	1	4	24	Лабораторная работа №1	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
4	Применение теоретических законов распределения и кривых обеспеченности в геоэкологии	3	1	4	24	Лабораторная работа №2	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
5	Статистические оценки числовых характеристик геоэкологических процессов	4	1	0	24	Контрольная работа	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
6	Статистическая проверка гипотез и оценка однородности исходной информации	4	1	4	24	Лабораторная работа №5	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
7	Статистический анализ зависимостей и линейная корреляция в геоэкологии	4	1	4	24	Лабораторная работа №6	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
8	Численные методы анализа геоэкологических процессов	4	1	0	24	Контрольная работа	УК-1, ПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2
	Итого		8	16	192			

4.3. Содержание разделов дисциплины

4.3.1. Введение

Предмет и задачи курса. История становления и основные направления развития методов обработки и анализа геоэкологической информации. Общие понятия о геоэкологической информации. Первичная и вторичная информация. Формы представления информации. Шкалы измерений информации.

Связь с другими областями знаний. Главные тенденции и перспективы развития методов обработки информации в геоэкологии. Виды геоэкологической информации и ее

особенности.

Ряды наблюдений. Основные направления анализа и обработки геоэкологической информации.

4.3.2. Математические модели геоэкологических процессов

Общие понятия о математических моделях. Идентификация математических моделей геоэкологических систем. Методы оптимизации. Типы математических моделей. Общее обоснование применения статистических методов при обработке геоэкологической информации.

4.3.3. Применение теории случайной величины для обработки геоэкологической информации

Использование понятия случайности и случайной величины в геоэкологии. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функции распределения и обеспеченности. Плотность распределения. Содержание, свойства, применение числовых характеристик случайных величин в геоэкологических прогнозах и расчетах. Нормированная случайная величина.

4.3.4. Применение теоретических законов распределения и кривых обеспеченности в геоэкологии

Назначение теоретических законов распределения в геоэкологии. Нормальный закон распределения. Его значение, свойства. Функция распределения и обеспеченности. Кривая обеспеченности Пирсона третьего типа и запись ее через гамма-функцию. Свойства и построение кривой обеспеченности Пирсона третьего типа.

Использование трехпараметрического гамма-распределения (распределение Крицкого С.Н. и Менкеля М.Ф.) для обработки геоэкологической информации.

Логарифмически нормальное распределение и его разновидности. Уравнение кривой обеспеченности, определение ее параметров и построение.

Закон распределения крайних членов выборки и применение его для расчетов максимальных и минимальных значений. Схема построения кривой обеспеченности Гамбела.

Распределение Джонсона. Его особенности. Зона действия. Определение параметров. Построение кривой обеспеченности.

4.3.5. Статистические оценки числовых характеристик геоэкологических процессов

Основные задачи математической статистики в геоэкологии. Содержательная роль понятий "генеральная совокупность" и "выборка". Статистический ряд, статистическая совокупность, гистограмма, статистическая (эмпирическая) функция распределения. Статистические (выборочные) оценки. Требования к статистическим оценкам числовых характеристик распределения. Оценка параметров распределения в геоэкологии.

Метод моментов, метод наибольшего правдоподобия, метод квантилей (графо-аналитический и обобщенный аналитический методы Г.А.Алексеева). Сравнительная характеристика методов оценки и их использование в геоэкологии.

4.3.6. Статистическая проверка гипотез и оценка однородности исходной информации

Постановка задачи и понятие о гипотезах. Гипотезы в геоэкологии. Критерии значимости. Доверительные границы. Однородность исходной информации.

Проверка гипотез об однородности по законам распределения. Критерии согласия Колмогорова и Пирсона. Критерий согласия χ^2 . Подбор теоретических кривых обеспеченности в геоэкологических исследованиях на основе критериев согласия.

Проверка гипотез о параметрах распределения. Оценка однородности исходной информации по среднему значению. Критерий Стьюдента. Оценка однородности по

дисперсии. Критерии Фишера и Романовского.

Непараметрические методы проверки гипотез. Анализ общей однородности рядов наблюдений. Сравнительная характеристика параметрических и непараметрических методов.

4.3.7. Статистический анализ зависимостей и линейная корреляция в геоэкологии

Задачи изучения взаимосвязи процессов природы в геоэкологии. Функциональные и стохастические связи. Причинно-следственные связи и связи сопряженности. Вопросы композиции законов распределения переменных величин.

Регрессионная математическая модель взаимосвязи двух переменных величин (парная корреляция). Оценка числовых характеристик уравнения регрессии по материалам наблюдений. Преобразование Фишера. Линеаризация связей. Граничные условия регрессионной математической модели при анализе геоэкологических процессов. Использование парной корреляции в геоэкологии. Приведение рядов наблюдений к расчетному периоду. Восстановление пропусков. Прогноз. Алгоритмы и программы расчета парной корреляции. Реализация расчетов на ЭВМ.

Регрессионная математическая модель взаимосвязи ряда переменных величин (множественная корреляция). Задачи исследования многофакторных статистических связей в геоэкологии. Оценка числовых характеристик уравнения множественной линейной корреляции по материалам наблюдений. Общая взаимосвязь исследуемого явления с предикторами. Определение оптимального числа аргументов.

Графические методы множественной корреляции (метод контуров, метод остаточных отклонений, метод коаксиальной связи). Граничные условия использования множественной корреляции в геоэкологических исследованиях. Преобразование исходной информации с целью нормализации и линеаризации взаимосвязей. Метод нормализации Г.А.Алексеева. Использование сплайн-функций для аппроксимации нелинейных зависимостей.

Алгоритмы и программы расчетов множественной корреляции.

Регрессионная математическая модель множественной корреляции на основе разложения полей геофизических процессов по естественным ортогональным функциям. Постановка задачи. Теоретические основы и методика определения естественных составляющих. Основные направления применения в геоэкологических исследованиях.

Использование теории информации для анализа статистических зависимостей.

4.3.8. Численные методы анализа геоэкологических процессов

Понятие цикличности в геоэкологических процессах и явлениях. Гипотезы о причинах цикличности и внутрирядной связанности параметров геофизических макропроцессов.

Математическая модель геоэкологических процессов в виде случайных процессов. Случайные процессы, последовательности и поля. Законы распределения и числовые характеристики случайных геоэкологических процессов. Стационарные и нестационарные случайные процессы. Аппроксимация геоэкологических процессов и явлений в виде стационарных случайных процессов. Выбор оптимального расчетного периода. Свойство эргодичности и его применение в геоэкологии.

Проверка выборочных рядов наблюдений на случайность. Проверка случайности по критериям длин и числа серий, числу повышений(понижений) и экстремумов. Комплексная проверка временных рядов на случайность.

Расчет и анализ корреляционных функций в геоэкологических исследованиях. Вопросы спектрального анализа и численные методы расчета спектральных плотностей. Применение спектрального анализа в геоэкологических исследованиях. Взаимные корреляционные и спектральные функции, ко-спектр, когерентность. Их назначение и использование в геоэкологических исследованиях.

Методы анализа циклических колебаний. Сглаживание, фильтрация, разностные интегральные кривые, корреляционный и спектральный анализ.

Идентификация геоэкологических процессов по схеме простой цепи Маркова. Влияние внутрирядной связи смежных значений на выборочные оценки числовых характеристик.

Идентификация геоэкологических процессов по схеме сложной цепи Маркова. Применение сложной цепи Маркова для описания геоэкологических процессов. Проблема сверхдолгосрочных прогнозов.

4.4. Содержание лабораторных занятий

Таблица 6.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
3	Разведочный статистический анализ данных наблюдений.	8	8
4	Исследование законов распределения геоэкологических процессов по данным наблюдений	8	8
6	Методы оценки числовых характеристик распределения в геоэкологических исследованиях.	6	6
6	Проверка гипотез о законах распределения геоэкологических процессов	6	6
6	Проверка гипотез о числовых характеристиках геоэкологических процессов.	6	6
7	Расчет и анализ парной линейной корреляции в геоэкологических исследованиях.	8	8
7	Расчет и анализ множественной корреляции в геоэкологических исследованиях	8	8
8	Оценка однородности и случайности исходных рядов наблюдений.	6	6

Таблица 7.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
3	Разведочный статистический анализ данных наблюдений.	4	4
4	Исследование законов распределения геоэкологических процессов по данным наблюдений	4	4
6	Проверка гипотез о числовых характеристиках геоэкологических процессов.	4	4
7	Расчет и анализ парной линейной корреляции в геоэкологических исследованиях.	4	4

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ, графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала, разработку рефератов и других творческих заданий.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических работ, при подготовке к тестам, дискуссиям и к промежуточному контролю студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 60;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине:

Для очной формы обучения **экзамен** (по два вопроса в билете) в 5 и 6 семестрах, **курсовая работа** в 6 семестре.

Для заочной формы обучения **экзамен** (по два вопроса в билете) в 3 и 4 годы обучения, **курсовая работа** в 4 год обучения.

Форма проведения **экзамена**: устно по билетам или тестирование

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

УК-1 и ПК-1

1. Источники геоэкологической информации
2. Методы изучения геоэкологических процессов
3. Ряды наблюдений за геоэкологическими процессами
4. Особенность геоэкологической информации
5. Числовые характеристики распределения в геоэкологии.
6. Методы оценки числовых характеристик в геоэкологии.
7. Требования к методам оценки числовых характеристик.
8. Схемы расчета числовых характеристик различными методами.
9. Назначение кривых обеспеченности в геоэкологии.
10. Кривые обеспеченности Пирсона III-го типа. Обоснование, ограничения, схема построения.
11. Трехпараметрическое гамма-распределение. Обоснование, ограничение, схема построения.
12. Логарифмически-нормальная кривая обеспеченности. Обоснование, ограничение, схема построения.

13. Кривые обеспеченности Гамбела. Обоснование, ограничение, схема построения.
14. Применение кривых обеспеченностей в нашей стране и за рубежом.
15. Статистические гипотезы в геоэкологии, их назначение.
16. Проверка однородности исходного ряда по математическому ожиданию.
17. Проверка однородности исходного ряда по дисперсии.
18. Непараметрические методы проверки однородности исходных рядов наблюдений.
19. Парная корреляция. Назначение. Основные характеристики.
20. Ограничения использования парной корреляции и методы их учета в геоэкологии.
21. Множественная корреляция. Назначение, основные характеристики.
22. Ограничения использования множественной корреляции и методы их учета в геоэкологии.
23. Графические методы построения уравнения множественной корреляции.
24. Определение случайной функции. Законы распределения.
25. Числовые характеристики случайных функций.
26. Анализ стационарности, однородности и наличия тренда в процессах и рядах данных.
27. Проверка выборочных рядов данных на случайность.
28. Корреляционные функции случайных функций. Назначение. Оценка корреляционной функции по одной и по множеству реализаций.
29. Оценка корреляционных функций по выборочным данным.
30. Понятия спектральной плотности и спектральных функций. Назначение.
31. Численные методы расчета спектральных плотностей.
32. Выборочная оценка спектральной плотности.
33. Математические модели линейных стационарных процессов.
34. Разыгрывание дискретной случайной величины.
35. Моделирование геоэкологических рядов по схеме случайной величины.
36. Моделирование геоэкологических рядов по схеме простой цепи Маркова.
37. Моделирование геоэкологических рядов по схеме сложной цепи Маркова.

Курсовая работа

Перечень тем и критерии оценивания курсовой работы представлены в Фонде оценочных средств.

Методика выполнения курсовой работы представлена в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Методы анализа и обработки геоэкологической информации».

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 8.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-5
Лабораторная работа №1	0-5
Лабораторная работа №2	0-5

Лабораторная работа №3	0-5
Лабораторная работа №4	0-5
Лабораторная работа №5	0-5
Лабораторная работа №6	0-5
Лабораторная работа №7	0-5
Лабораторная работа №8	0-5
Устный опрос	0-2
Контрольная работа	0-3
Курсовая работа	0-20
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 9.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	26-30
Хорошо	20-25
Удовлетворительно	16-20
Неудовлетворительно	0-15

Таблица 10.

Балльная шкала итоговой оценки за курсовую работу

Оценка	Баллы
Отлично	16-20
Хорошо	10-15
Удовлетворительно	6-10
Неудовлетворительно	0-6

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Методы анализа и обработки геоэкологической информации».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная литература:

1. Шелутко В.А. Численные методы в геоэкологии. Учебник. Л.: Гидрометеиздат, 1991, -236 с.
2. Шелутко В.А. Методы обработки и анализа геоэкологической информации. Учебно-методическое пособие. СПб.; изд. СПбГУ, 2007. -196 с.

б) дополнительная литература:

1. Трофимов, А. Г. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / А. Г. Трофимов. — 2-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 259 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-08874-8. — Режим доступа : www.biblio-

online.ru/book/A7B866C6-8090-42EB-9667-719E4434C2B6.

2. Глотова, М. Ю. Математическая обработка информации : учебник и практикум для СПО / М. Ю. Глотова, Е. А. Самохвалова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 347 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04139-2. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/37FD7BEF-EF76-4726-AA63-9B020D80E2E8.

3. Черткова, Е. А. Статистика. Автоматизация обработки информации : учебное пособие для СПО / Е. А. Черткова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 195 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-9916-9342-4. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/468C47F7-53FE-48C9-847E-69D142ACDB3C.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет":

1. ResearchGate — бесплатная социальная сеть и средство сотрудничества учёных всех научных дисциплин - <https://www.researchgate.net/>
2. Большая российская энциклопедия -<https://bigenc.ru/>
3. Яндекс Карты - <http://www.maps.yandex.ru>

8.3. Перечень программного обеспечения:

1. MicrosoftOffice — офисный пакет приложений

8.4. Перечень информационных справочных систем:

1. СПС Консультант Плюс

8.5. Перечень профессиональных баз данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://www.elibrary.ru/>
2. Электронная библиотечная система РГГМУ «ГидрометеОнлайн» - <http://elib.rshu.ru/>
3. База данных издательства SpringerNature.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа — укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы — укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными

возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.