

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Кафедра экологической геологии


И.И.Косинова

05.06.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.15 Статистические методы обработки информации в экологии

1. Код и наименование направления подготовки: 05.03.01 Геология
2. Профиль подготовки: Экологическая геология
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: экологической геологии
6. Составители программы: Базарский Олег Владимирович, д.ф.-м.н., профессор
Курышев Александр Александрович, к.г.-м.н.
7. Рекомендована:
НМС геологического факультета ВГУ протокол №9 от 29.05.2023

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2022-2023

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью преподавания дисциплины «Статистические методы обработки информации в экологии» является подготовка бакалавров компетентных в сфере математической обработки информации в экологии, владеющих знаниями теоретических основ методов математической обработки информации в экологии, обладающих умениями и навыками проведения экологических измерений, их математической обработки, построения физических и математических моделей экологических процессов.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- формирование у обучаемых представлений о структурных уровнях материи, образующих геосферные оболочки Земли, способах экологических измерений и их погрешности;
- получение обучаемыми знаний о методиках математической обработки экологической информации и интерпретации получаемых материалов;
- приобретение обучаемыми практических навыков статистической обработки экологической информации, экологического моделирования и интерпретации получаемых данных.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки по направлению 05.03.01 Геология (бакалавриат).

Дисциплина «Статистические методы обработки информации в экологии» базируется на дисциплине Эколого-геологический мониторинг. Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины, используются при прохождении производственных практик.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-1	Обладать способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	знать: о структурных уровнях материи, образующих геосферные оболочки Земли; уметь: использовать динамические и статистические методы описания экологических систем. владеть (иметь навык(и)): статистической обработки экологических измерений.

ПК-3	Обладать способностью в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций.	<p>знать: о замкнутых и открытых экологических системах, термодинамических и синергетических принципах их эволюции.</p> <p>уметь: использовать методы экологического моделирования</p> <p>владеть (иметь навык(и)):выполнения экологических измерений.</p>
------	--	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах. – 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации экзамен

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 6
Аудиторные занятия	38	38		
в том числе: лекции	12	12		
практические	0	0		
лабораторные	26	26		
Самостоятельная работа	34	34		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./ экзамен – 36 час.)	36	36		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Структурные уровни материи и экологические измерения	Цель и задачи курса. Структурные уровни материи. Основные естественнонаучные принципы экологии. Геосферная оболочка Земли как открытая система. Синергетические принципы развития открытых систем. Замкнутые абиотические системы и методы их описания. Основные понятия метрологии. Прямые экологические измерения и их ошибки. Обработка результатов прямых экологических измерений и выборок. Оценка достаточного количества измерений, доверительный интервал и доверительная вероятность. Косвенные экологические расчеты и дифференциальный метод оценки их точности.
1.2	Статистическая обработка экологической информации	Экологические измерения как случайный процесс. Закон распределения случайной экологической величины. Гистограмма. Моменты статистического распределения и их экологический смысл. Одномерная параметрическая обработка результатов геоэкологических измерений. Многомерная параметрическая обработка результатов геоэкологических измерений. Непараметрическая обработка результатов геоэкологических измерений. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Кластерный анализ. Параметрический метод классификации геоэкологических

		ситуаций Байеса и его ограничения. Матрица потерь и пороговая вероятность. Понятие экологического риска и методы его оценки.
1.3	Экологическое моделирование	Динамические модели описания экологических систем. Статистические модели описания абиотических систем. Нелинейные рекуррентные модели открытых систем. Комплексная модель геоэкологического пространства.
2. Лабораторные работы		
2.2	Структурные уровни материи и экологические измерения	Расчет статистических параметров экологических объектов по выборке малой мощности Расчет статистических параметров экологических объектов по выборке большой мощности Оценка погрешностей косвенных экологических вычислений
2.3	Статистическая обработка экологической информации	Построение законов распределения случайной экологической величины Вычисление главных моментов закона распределения случайной экологической величины и их анализ Построение двумерного распределения закона распределения случайной экологической величины Корреляционный анализ экологических величин Регрессионный анализ экологических величин Экспериментальное изучение закона распределения случайной величины на доске Гальтона Обработка результатов эксперимента и их анализ Проверка экспериментального закона на соответствие нормальному закону
2.4	Экологическое моделирование	Компьютерное моделирование нормального закона распределения случайной величины Моделирование динамических законов распределения случайной величины Изучение корреляционных связей между экспериментальным законом распределения случайной величины и результатами моделирования

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Структурные уровни материи и экологические измерения	4	0	6	12	22
2	Статистическая обработка экологической информации	4	0	14	10	28
3	Экологическое моделирование	4	0	6	12	22
	Итого:	12	0	26	34	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Имеется электронный курс на образовательном портале <https://edu.vsu.ru>, где выложены конспекты лекций, лабораторные работы, ссылки на литературу, вопросы для самоконтроля и материалы для самостоятельной работы.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить план доклада по проекту.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Баврин, И.И. Математическая обработка информации : учебник / И.И. Баврин. - Москва : Прометей, 2016. - 261 с. : схем., ил., табл. - ISBN 978-5-9908018-9-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439182 (26.05.2019)
2.	Крамер, Г. Математические методы статистики [Электронный ресурс] / Г. Крамер ; пер. А. С. Монин, А. А. Петров ; под ред. А. Н. Колмогоров. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2003. — 648 с. — 5-93972-194-X. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17632.html

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. - М. : ACADEMA, 2004. — 408 с.
4.	Карери Д. Порядок и беспорядок в структуре материи / Дж. Карери; пер. с итал. Б. О. Кербикова под ред. И. М. Халатникова. — М. : Мир, 1985. — 228 с.
5.	Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. — Электрон. текстовые данные. — Томск : Томский политехнический университет, 2016. — 119 с. — 978-5-4387-0700-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/83986.html

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
6.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/
7.	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
8.	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
9.	Электронный курс «Статистические методы обработки информации в экологии» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3412

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Электронный курс «Статистические методы обработки информации в экологии» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3412

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

- мультимедийное оборудование для ведения лекционных занятий;
- компьютерный класс, оборудованный соединенными в сеть компьютерами с выходом в Интернет, MS Office, AutoCAD;
- библиотека ВГУ;
- программа курса реализуется с применением дистанционных технологий.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

- доска Гальтона для экспериментального исследования случайных процессов;
 - компьютерный класс для статистической обработки результатов экологических измерений и экологического моделирования.
 - мультимедийное оборудование: ноутбук.
-

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-1	Знать: о структурных уровнях материи, образующих геосферные оболочки Земли;	Структурные уровни материи и экологические измерения	Вопросы для собеседования
	Уметь: использовать динамические и статистические методы описания экологических систем	Экологическое моделирование	Вопросы для собеседования Лабораторная работа 11-13
	Владеть (иметь навык(и)): статистической экологических измерений	Статистическая обработка экологической информации	Вопросы для собеседования Лабораторная работа 4-10
ПК-3	Знать: о замкнутых и открытых экологических системах, термодинамических и синергетических принципах их эволюции.	Структурные уровни материи и экологические измерения	Вопросы для собеседования
	Уметь: использовать методы экологического моделирования	Экологическое моделирование	Вопросы для собеседования Лабораторная работа 11-13
	Владеть (иметь навык(и)): выполнения экологических измерений.	Структурные уровни материи и экологические измерения	Вопросы для собеседования Лабораторная работа 1-3
Промежуточная аттестация			Защита проекта.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

владение понятийным аппаратом в области инженерных изысканий, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач при организации и проведении инженерно-экологических изысканий

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Проект выполнен самостоятельно, без ошибок, в полном объеме. Защита проекта показала, что студент овладел учебным материалом курса и способен использовать его при решении практических задач.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>

<i>В проекте имеются не принципиальные погрешности либо в самом отчете, либо в процессе его защиты.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Проект выполнен в полном объеме, но владение материалом курса не достаточно уверенное.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Обучающийся плохо владеет материалом курса.</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Темы групповых и индивидуальных творческих проектов

Групповые творческие проекты.

1. Экспериментальное исследование случайных процессов с использованием доски Гальтона и их экологическая интерпретация.
2. Построение математической модели случайного геоэкологического процесса.
3. Анализ геоэкологической ситуации с использованием параметрического метода классификации Байеса.
4. Описание геоэкологической ситуации с использованием нормального или логнормального закона распределения.

Индивидуальные творческие проекты.

1. Индивидуальное выполнение тем №2-4 с использованием научно исследовательского материала, выданного научным руководителем.

19.3.2 Перечень вопросов для собеседования

1. Структурные уровни материи.
2. Основные естественнонаучные принципы экологии.
3. Геосферная оболочка Земли как открытая система.
4. Синергетические принципы развития открытых систем.
5. Замкнутые абиотические системы и методы их описания.
6. Основные понятия метрологии.
7. Прямые экологические измерения и их ошибки.
8. Экологические измерения как случайный процесс.
9. Закон распределения случайной экологической величины. Гистограмма.
10. Моменты статистического распределения и их экологический смысл.
11. Одномерная параметрическая обработка результатов геоэкологических измерений.
12. Многомерная параметрическая обработка результатов геоэкологических измерений.
13. Непараметрическая обработка результатов геоэкологических измерений.
14. Корреляционный анализ.
15. Регрессионный анализ.
16. Кластерный анализ.
17. Параметрический метод классификации геоэкологических ситуаций Байеса и его ограничения.
18. Матрица потерь и пороговая вероятность.
19. Понятие экологического риска и методы его оценки.
20. Динамические модели описания экологических систем.
21. Статистические модели описания абиотических систем.
22. Нелинейные рекуррентные модели открытых систем.
23. Комплексная модель геоэкологического пространства.

19.3.3 Перечень лабораторных работ

1. Расчет статистических параметров экологических объектов по выборке малой мощности
2. Расчет статистических параметров экологических объектов по выборке большой мощности
3. Оценка погрешностей косвенных экологических вычислений
4. Построение законов распределения случайной экологической величины

5. Вычисление главных моментов закона распределения случайной экологической величины и их анализ
6. Построение двумерного распределения закона распределения случайной экологической величины
7. Корреляционный анализ экологических величин
8. Регрессионный анализ экологических величин
9. Экспериментальное изучение закона распределения случайной величины на доске Гальтона
10. Обработка результатов эксперимента и их анализ. Проверка экспериментального закона на соответствие нормальному закону.
11. Компьютерное моделирование нормального закона распределения случайной величины
12. Моделирование динамических законов распределения случайной величины
13. Изучение корреляционных связей между экспериментальным законом распределения случайной величины и результатами моделирования

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме собеседования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

19.5. Фонд оценочных средств сформированности компетенций (перечень заданий)

ПК-1 Способен использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)

ДИСЦИПЛИНА: Статистические методы обработки эколого-геологической информации в экологии закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Корреляционный анализ - это...

- 1. статистический метод, позволяющий определить, существует ли зависимость между переменными и насколько она сильна.**
2. метод химического анализа
3. метод гранулометрического анализа
4. нет правильного ответа

ПК-3 Способен в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций

ДИСЦИПЛИНА: Статистические методы обработки эколого-геологической информации в экологии 1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Экологическое прогнозирование — это ...

- 1. предсказание возможного поведения природных систем, определяемого естественными процессами и воздействием на них человеческой деятельности**
2. метод химического анализа
3. метод гранулометрического анализа
4. нет правильного ответа

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Заполните пропуск:

Моделирование – процесс формирования и исследования ..., являющихся отображением реальных объектов или явлений окружающего мира, где учтены только основные связи и взаимодействия, изученные опытным путем.

Ответ: моделей

ДИСЦИПЛИНА: Инженерно-экологические изыскания

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Выберите правильный вариант ответа:

К каким видам инженерных изысканий относятся инженерно-экологические

1. **основным**
2. дополнительным
3. архивным
4. все варианты верны

ЗАДАНИЕ 2. Выберите правильный вариант ответа:

Какие изыскания выполняют для оценки современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей среды под влиянием техногенной нагрузки для экологического обоснования строительства и иной хозяйственной деятельности для обеспечения благоприятных условий жизни населения?

1. **Инженерно-экологические**
2. Инженерно-геологические
3. Инженерно-гидрометеорологические
4. Инженерно-геодезические

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).