

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
экологической геологии

И.И. Косинова  
21.05.2018г.

**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 №6 от 14.05.2018
8. Учебный год: 2020-2021 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.	знать: о замкнутых и открытых экологических системах, термодинамических и синергетических принципах их эволюции.  уметь: использовать методы экологического моделирования  владеть (иметь навык(и)): выполнения экологических измерений.

## 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		24	24
в том числе:	лекции	12	12
	практические	12	12
	лабораторные	0	0
Самостоятельная работа		48	48
в том числе: курсовая работа (проект)		0	0
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)		36	36
Итого:		108	108

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
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.
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.
3	Экологическое моделирование	Динамические модели описания экологических систем. Статистические модели описания абиотических систем. Нелинейные рекуррентные модели открытых систем. Комплексная модель геоэкологического пространства.
<b>2. Практические работы</b>		
1	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	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
3	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	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1	Структурные уровни материи и экологические измерения	4	4	16	12	36
2	Статистическая обработка экологической информации	4	4	16	12	36
3	Экологическое моделирование	4	4	16	12	36
	Итого:	12	12	48	36	108

## 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям необходимо изучить методические рекомендации по их выполнению.

Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Вы можете дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- работу со справочной и методической литературой;
- участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины.

– Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- изучения учебной и научной литературы;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме,

получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях.

– проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач по отдельным вопросам изучаемой темы.

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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=439182">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=439182</a> (26.05.2019)

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/17632.html">http://www.iprbookshop.ru/17632.html</a>
3.	Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. - М. : АCADEMA, 2004. — 408 с.
4.	Карери Д. Порядок и беспорядок в структуре материи / Дж. Карери; пер. с итал. Б. О. Кербилова 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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/83986.html">http://www.iprbookshop.ru/83986.html</a>

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

№ п/п	Ресурс
6.	ЭБС «Университетская библиотека online»
7.	ЭБС «Консультант студента»
8.	ЭБС «Издательства «Лань»
9.	ЭБС IPRbooks
10.	Электронный курс «Статистические методы обработки информации в экологии» - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3412">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3412</a>

## **16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

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

## **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;
- библиотека ВГУ.

## **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- компьютеры Pentium Dual Core G840 / iH61 / 4G DDR3/ 500Gb / DVD-RW 450 W; мониторы 19" LCD Samsung E1920NR; клавиатуры; мышки (10 шт.) для статистической обработки результатов экологических измерений и экологического моделирования, доска Гальтона для экспериментального исследования случайных процессов.

## 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
	Владеть (иметь навык(и)): статистической обработкой экологических измерений	Статистическая обработка экологической информации	Вопросы для собеседования
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
	Владеть (иметь навык(и)): выполнения экологических измерений.	Структурные уровни материи и экологические измерения	Вопросы для собеседования
<b>Промежуточная аттестация - экзамен</b>			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>

Обучающийся плохо владеет материалом курса.	–	Неудовлетворительно
---	---	---------------------

### **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 метеорологии.
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.