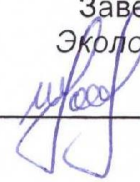


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
Экологической геологии



*М.И. Косинова*  
расшифровка подписи

18.05.2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.18 Статистические методы обработки эколого-геологической информации

1. Код и наименование направления подготовки: 05.03.01 «Геология»
2. Профиль подготовки: экологическая безопасность недропользования
3. Квалификация выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра экологической геологии
6. Составители программы: Базарский Олег Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, Курышев Александр Александрович, к.г.-м.н.
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета, протокол №5 от 15.04.2022
8. Учебный год: 2024 - 2025 Семестр(ы): 6

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью преподавания дисциплины является подготовка бакалавров компетентных в сфере математической обработки эколого-геологической информации, владеющих знаниями теоретических основ методов математической обработки информации в экологической геологии, обладающих умениями и навыками проведения эколого-геологических измерений, их математической обработки, построения физических и математических моделей эколого-геологических процессов.

Задачами преподавания дисциплины являются:

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

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Блок Б1, обязательная часть. Требование к входным знаниям, умениям и навыкам по дисциплинам – Физика, Математика, Методология и методы эколого-геологических исследований. Дисциплина является предшествующей для дисциплин – Инженерно-экологические изыскания, Техническое обеспечение экологического контроля. Экспресс методы полевых эколого-геологических исследований.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Готов к составлению прогнозных оценок влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды; осуществляет экологическое обеспечение производства	ПК 3.1	Составляет прогнозные оценки влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- о структурных уровнях материи, образующих геосферные оболочки Земли;</li><li>- о замкнутых и открытых экологических системах, термодинамических и синергетических принципах их эволюции.</li></ul> <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- использовать динамические и статистические методы описания экологических систем;</li><li>- использовать методы экологического моделирования;</li></ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- выполнения экологических измерений;</li><li>- навыками статистической обработки экологических измерений.</li></ul>

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3 /108

Форма промежуточной аттестации - экзамен

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		№ 6	
Аудиторные занятия	52	52	
в том числе:	лекции	26	26
	практические	0	0
	лабораторные	26	26
Самостоятельная работа	20	20	
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час., зачет 0 час.)	36	36	
Итого:	108	108	

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
<b>1. Лекции</b>			
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.	Статистические методы обработки эколого-геологической информации
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.	Статистические методы обработки эколого-геологической информации
1.3	Экологическое моделирование	Динамические модели описания экологических систем. Статистические модели описания абиотических систем. Нелинейные рекуррентные модели открытых систем. Комплексная модель геоэкологического пространства.	Статистические методы обработки эколого-геологической информации

2. Лабораторные занятия			
2.1	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	Статистические методы обработки эколого-геологической информации
2.2	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	Статистические методы обработки эколого-геологической информации
2.3	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	Статистические методы обработки эколого-геологической информации

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Структурные уровни материи и экологические измерения	6	0	6	2	14
1.2	Статистическая обработка экологической информации	10	0	14	6	30
1.3	Экологическое моделирование	10	0	6	12	28

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Для данной дисциплины имеется электронный курс, где размещены презентации, ссылки на литературу, вопросы для самоконтроля, задания для текущей аттестации.

Вид работы	Методические указания
<i>Подготовка к лекциям, работа с презентационным материалом и составление конспекта</i>	Лекция является важнейшей формой организации учебного процесса, знакомит с новым материалом, разъясняет учебные элементы, трудные для понимания, систематизирует учебный материал и ориентирует в учебном процессе. В ходе лекционных занятий рекомендуется: а) вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт исследований; б) 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; в) задавать преподавателю

	<p>уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций; г) дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой</p>
<i>Лабораторные занятия</i>	<p>Лабораторные занятия предполагают их проведение в различных формах, с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и освоенных компетенций с проведением текущих аттестаций: лабораторные занятия могут быть направлены на освоение современного оборудования и программных средств (программного обеспечения) в дисциплинарной области, а также проведения экспериментальных исследований.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• При подготовке к <u>лабораторному занятию</u> необходимо изучить теоретический материал, который будет использоваться в ходе выполнения лабораторной работы. Нужно внимательно прочитать методическое указание (описание) к лабораторной работе, продумать план проведения работы, подготовить необходимые бланки и таблицы для записей наблюдений. Непосредственно выполнению лабораторной работы иногда предшествует краткий опрос обучающихся преподавателем для выявления их готовности к занятию. При выполнении лабораторной работы, как правило, необходимы следующие операции: а) подготовка оборудования и приборов, сборка схемы; б) воспроизведение изучаемого явления (процесса); в) измерение физических величин, определение параметров и характеристик; г) анализ, обработка данных и обобщение результатов (составление отчета); д) защита результатов (отчета). При защите отчета преподаватель беседует со студентом, выявляя глубину понимания им полученных результатов.</li> </ul>
<i>Консультации</i>	<p>Консультации предполагают вторичный разбор учебного материала, который либо слабо усвоен обучающимися, либо не усвоен совсем. Отсюда основная цель консультаций – восполнение пробелов в знаниях студентов. К такому виду консультаций относятся текущие индивидуальные и групповые консультации по учебному предмету и предэкзаменационные консультации. Вместе с тем на консультациях преподаватель может разъяснять способы действий и приемы самостоятельной работы с конкретным материалом или при выполнении конкретного задания. К такому виду консультаций будут относиться консультации по курсовым и дипломным работам, консультации в период проведения учебных и производственных практик. Такие консультации могут проводиться и с помощью электронной почты. Рекомендация: чтобы консультация прошла результативно, вопросы нужно готовить заранее</p>
<i>Подготовка к текущей аттестации</i>	<p>Текущая аттестация – это контроль процесса освоения обучающимися содержания образовательных программ, формирования соответствующих компетенций, первичных профессиональных умений и навыков; оценка результатов самостоятельной деятельности обучающихся. Форма проведения текущей аттестации может быть устной или письменной, а также с использованием современных информационных технологий. Возможны следующие формы текущей аттестации: а) контрольная работа; б) круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты; в) проект; г) реферат; д) доклад, сообщение; ж) собеседование; з) творческое задание; и) тест; к) эссе и др. Текущая аттестация осуществляется с применением фонда оценочных средств (КИМы, комплекты разноуровневых заданий, задачи и т.п.). При подготовке к текущей аттестации необходимо, изучить конспект лекций, разделы учебников и учебных пособий, проработать рекомендованную дополнительную литературу, сделать записи по рекомендованным источникам. Возможность использования обучающимися на текущей аттестации учебной литературы, справочных пособий и других вспомогательных материалов определяется преподавателем. Результаты текущей аттестации могут учитываться при промежуточной аттестации обучающихся по решению кафедры.</p>
<i>Самостоятельная работа обучающегося</i>	<p>Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Может выполняться в библиотеке, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Учебный материал учебной дисциплины, предусмотренный рабочим учебным планом для усвоения обучающимся в процессе самостоятельной работы, выносится на промежуточную аттестацию наряду с учебным материалом, который рассматривался при проведении учебных занятий. Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время может состоять из: а) повторения лекционного материала; б) подготовки к семинарам (практическим занятиям); в) изучения учебной и научной литературы; г) изучения</p>

	нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных); д) решения задач, выданных на практических занятиях; ж) подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.; з) подготовки к семинарам устных докладов (сообщений); и) подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя; к) выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом; л) выполнения выпускных квалификационных работ и др.; м) выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями факультета на их консультациях; н) проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах рабочей программы дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы
<i>Подготовка к промежуточной аттестации: экзамен/зачет/зачет с оценкой</i>	Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов обучения, выявление степени усвоения обучающимися системы знаний, умений и навыков, полученных в результате изучения данной дисциплины. Подготовка к экзамену/зачету/зачету с оценкой включает в себя три этапа: а) самостоятельная работа в течение семестра; б) непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету/зачету с оценкой/экзамену по темам курса; в) подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах. В период подготовки обучающийся вновь обращается к пройденному учебному материалу. Подготовка осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации. Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к экзамену обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Экзамен/зачет/зачет с оценкой проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал.

## 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> (26.05.2021)

### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2.	Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. - М. : АCADEMA, 2004. – 408 с.
3.	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.
4.	Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных : учебное пособие / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. — Томск : ТПУ, 2016. — 119 с. — ISBN 978-5-4387-0700-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107730">https://e.lanbook.com/book/107730</a> (дата обращения: 27.05.2021).

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

№ п/п	Ресурс
5.	ЗНБ Воронежского государственного университета <a href="https://lib.vsu.ru">https://lib.vsu.ru</a>
6.	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a>
7.	ЭБС "Лань" <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>

8.	Электронный курс «Статистические методы обработки эколого-геологической информации»	<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 эколого-геологической информации» - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3412">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3412</a>

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Программа курса реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий - электронный курс «Статистические методы обработки эколого-геологической информации» <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3412>

№пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
3	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах Антиплагиат.ВУЗ
5	Офисное приложение AdobeReader
6	Офисное приложение DjVuLibre+DjView

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа): специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора
Учебная аудитория (для проведения лабораторных занятий (компьютерный класс), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации): специализированная мебель, персональные компьютеры, соединенные в сеть с выходом в Интернет

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Структурные уровни материи и экологические измерения	ПК-3	ОПК 3.1	Лабораторные работы №1-3
2	Статистическая обработка экологической информации	ПК-3	ОПК 3.1	Лабораторные работы №4-8
3	Экологическое моделирование	ПК-3	ОПК 3.1	Лабораторные работы №9-13
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Защита проекта.

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Для дисциплины «Статистические методы обработки эколого-геологической информации» предусмотрена одна текущая аттестация, которая состоит из нескольких частей и растянута во времени. Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### 1. Пример задания к лабораторным работам

Защита лабораторной работы производится в виде проекта.

Структура проекта:

1. Поиск исходных данных для проекта.
2. Краткая характеристика объекта исследования и методики отбора экологических проб, формирование выборки для обработки.
3. Вычисление главных моментов закона распределения случайной экологической величины
4. Проверка экспериментального закона на соответствие нормальному закону.
5. Корреляционный анализ экологических величин.
6. Регрессионный анализ экологических величин.
7. Анализ и синтез полученных результатов.
8. Выводы.

Для оценивания результатов лабораторных работ используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полном объеме выполнил задание: владеет теоретическими основами по теме задания, способен выполнить полноценную статистическую обработку эколого-геологической информации, согласно предложенной схеме.	<i>Отлично</i>
Обучающийся выполнил задание: владеет теоретическими основами по теме задания, дает ответы на дополнительные вопросы, но допускает ошибки при решении практических задач	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами по теме задания, фрагментарно способен дать ответ на дополнительный вопрос, не умеет применять теоретические знания при решении практических задач	<i>Удовлетворительно</i>
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при статистической обработке эколого-геологической информации согласно предложенной схеме	<i>Неудовлетворительно</i>

#### 2. Пример задания для самостоятельной работы обучающихся

Поиск исходных данных для проекта

Используя открытые источники данных, например, <https://cityair.io> систематизировать имеющуюся информацию о перечне загрязняющих веществ и периодах наблюдения за состоянием атмосферного воздуха по разным городам.

Результат записать в файл *Анализа исходных данных по городам.xlsx*

Примечание. Распределение студентов по городам и форма для заполнения в прикрепленном файле.



Критерии оценивания самостоятельной работы:

Критерии	Баллы
Работа выполнена в составе более чем 3 человека. Обучающиеся владеют навыками коллективной работы. Владеют в полном объеме теоретическими аспектами по теме проекта и работы с цифровыми ресурсами. Оформление результатов логично, понятно, удобно для восприятия.	Отлично
Работа выполнена в составе более чем 3 человека. Обучающиеся владеют навыками коллективной работы. Владеют теоретическими аспектами по теме проекта и работы с цифровыми ресурсами, но допускают незначительные ошибки. Оформление результатов логично, понятно, но не все загрязняющие вещества учтены.	Хорошо
Работа выполнена в составе менее 3 человек. Отсутствует система представления информации; данные о загрязняющих веществах представлены не полностью, обрывочно, не логично; оформление результатов сложно для восприятия.	Удовлетворительно
Обучающиеся не принимали участие в выполнении проекта	Неудовлетворительно

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### *Защита проекта*

Экзамен принимается в форме защиты проекта, выполненного в курсе, с устным ответом на вопросы.

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
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>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
В проекте имеются не принципиальные погрешности либо в самом отчете, либо в процессе его защиты.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Проект выполнен в полном объеме, но владение материалом курса недостаточно уверенное.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Обучающийся плохо владеет материалом курса.	–	<i>Неудовлетворительно</i>