

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
исторической геологии и палеонтологии



/А.Д.Савко/

подпись, расшифровка подписи

05.07.2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.14 Математические методы в геологии

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

05.03.01 Геология

**2. Профиль подготовки / специализация:** Геология

**3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**4. Форма образования:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** \_\_\_\_\_

исторической геологии и палеонтологии

**6. Составители программы:** Иванов Дмитрий Андреевич, к.г.-м. н.

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

**7. Рекомендована:** НМС геологического факультета от 14.05.18 г., протокол № 6

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)*

**8. Учебный год:** 2018-2019

**Семестр(-ы):** 5

## **9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

Основными целями данного курса является знакомство студентов с особенностями геологических образований и процессов как объектов математического изучения и моделирования, со спецификой геологических задач, решаемых с помощью математических методов, с возможностью различных математических методов, а также факторами, влияющими на эффективность их использования.

Задачи дисциплины:

- знакомство с основными принципами геолого-математического моделирования, главными типами математических моделей и особенностями их применения в геологии;
- овладение методами и методикой математической обработки геологической информации;
- умение формулировать геологические задачи в виде, пригодном для решения математическими методами, и выбирать наиболее эффективные методы их решения;
- повышение общей информационной культуры и математического образования.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Дисциплина «Математические методы в геологии» относится к обязательным дисциплинам вариативной части математического и естественнонаучного цикла Б1.В.ОД ООП по направлению подготовки 05.03.01 Геология.

Для успешного освоения курса студентом должны быть освоены знания и умения, представляемые в объеме базовых дисциплин цикла Б1.Б: Математика (1-2 семестры), Информатика (1-2 семестры). Изучение дисциплины проводится на примерах геологической направленности с данными имеющими пространственную характеристику - привязанными к картам и разрезам. Для этого необходимы знания из курсов Общая геология (1-2 семестры), Структурная геология (3 семестр), Литология (3 семестр), Петрография (3 семестр), Геохимия (4 семестр), включая курсы вариативной (профильной) части – ГИС в геологии (4 семестр), Геоморфология (4 семестр) и Геология четвертичных отложений (6 семестр).

Основные требования к входным знаниям: студент должен знать основы современных информационных технологий, уверенно работать в качестве пользователя персонального компьютера с программными средствами общего назначения, иметь навыки работы в компьютерных сетях.

Владеть основными понятиями по математике и методами вычислений. Обладать навыками работы с геоинформационными системами: методами организации данных в ГИС, геоинформационным моделированием.

Обладать знаниями по профильным геологическим предметам, в т.ч. читать карты геологического содержания и понимать взаимоотношение изображенных на них геологических подразделений, иметь представление о стратиграфической шкале, классификациях геологических объектов, владеть геологической терминологией, понимать принципы системного анализа в оценке и прогнозе геологической ситуации.

«Математические методы в геологии» является профильным геологическим предметом и предшествует следующим дисциплинам:

Б1.В.ОД. Математический и естественнонаучный цикл, вариативная (профильная) часть: Геологическая интерпретация геофизических данных (5

семестр, параллельный курс), Основы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (6 семестр), Моделирование в картографии (8 семестр).

Знания по предмету могут быть использованы при прохождении производственной практики и подготовке выпускной квалификационной работы.

**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	
ОПК-2	обладать владением представлениями о современной научной картине мира на основе знаний основных положений философии, базовых законов и методов естественных наук	<p><i>Знать:</i> принципы геолого-математического моделирования, основные типы и условия применения математических моделей</p> <p><i>Уметь:</i> формулировать геологические задачи в виде, пригодном для их решения математическими методами</p> <p><i>Владеть (иметь навык(и)):</i> методами подготовки и математической обработки геологической информации; выбирать приемлемые и наиболее эффективные математические методы решения геологических задач</p>
ОПК-3	обладать способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук	
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)	
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	
ПК-6	обладать готовностью в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 2 / 72.**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет.**

**12.2 Виды учебной работы:**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)		
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам № семестра - 5
Аудиторные занятия	50	50	50
в том числе:			
лекции	16	16	16
практические			
лабораторные	34	34	34
Самостоятельная работа	22	22	22
Итого:	72	72	72



### 13.1. Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Введение	1. Геологические объекты (ГО), классы объектов и их свойства. Методы изучения ГО, характер геологической информации. Понятие о математическом моделировании геологических объектов. Виды математических моделей, применяемых в геологии.
1.2	Одномерные статистические модели	2. Сущность и условия применения. Статистические характеристики и графическое представление распределения случайной величины. 3. Статистические законы распределения. Проверка гипотезы о законе распределения. Статистическая проверка геологических гипотез о равенстве числовых характеристик и свойств объектов. 4. Анализ однородности выборочных геологических совокупностей. Формирование полей статистических характеристик ГО.
1.3	Двумерные статистические модели	5. Сущность и условия применения. Графическое изображение системы двух случайных величин. Статистические характеристики системы двух случайных величин. Коэффициенты парной корреляции, ранговой корреляции, сопряженности. 6. Проверка гипотез о наличии корреляционной связи. Ложная корреляция. Выбор уравнения регрессии. Формирование полей статистических характеристик двух случайных величин ГО.
1.4	Многомерные статистические модели	7. Сущность и условия применения. Система множества случайных величин и ее статистические характеристики. Оценка информативной совокупности геологических признаков. Методы многомерной статистики: множественная линейная регрессия, анализ матрицы коэффициентов корреляции, кластер-анализ, дискриминантный анализ. 8. Метод главных компонент, распознавание образов. Картографическое представление результатов многомерного анализа пространственных данных на примерах прогноза геологического строения, прогноза полезных ископаемых, дешифрирования данных дистанционного зондирования.
<b>2. Практические работы</b>		
2.1		
2.2		
2.3		
2.4		
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Введение	1. Условия, приемы нормирования данных. 2. Статистическая оценка достоверности и представительности данных опробования.
3.2	Одномерные статистические модели	3. Расчет данных описательной статистики на основе базовых формул 4. Статистический анализ выборки в Пакете Анализа Excel 5. Графические приемы анализа одномерных выборок в Excel 6. Проверка геологических гипотез о законе распределения 7. Проверка геологических гипотез об однородности выборки, равенстве средних, дисперсий. Критерии Фишера. Стьюдента. 8. Статистический анализ угловых величин в геологии.
3.3	Двумерные статистические модели	9. Дискриминантный анализ. Линейная дискриминантная функция. 10. Проверка гипотезы о корреляционной связи. Линейный регрессионный анализ. 11. Регрессионный анализ. Выбор и оценка регрессионного уравнения на основе среднеквадратичных отклонений. 12. Многомерный регрессионный анализ.



3.4	Многомерные статистические модели	14. ПО Statistica. Кластерный анализ. 15. Факторный анализ. Обработка данных химического анализа. Интерпретация результатов. 16. Факторный анализ геохимических данных. Интерпретация результатов. 17. Кластеризация многомерных данных в ПО Statistica.
-----	-----------------------------------	---

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Семинары	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение	2		4		6
2	Одномерные статистические модели	6		12	8	26
3	Двумерные статистические модели	4		8	6	18
4	Многомерные статистические модели	4		10	8	22
Итого:		16		34	22	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

При освоении дисциплины обязательным условием является полное самостоятельное выполнение практических и лабораторных заданий для освоения базовых навыков работы по статистическому анализу данных. Занятия упорядочены по степени усложнения, при этом особенно важно усвоение информации по пониманию разделов «Введение» и «Одномерные статистические модели» как основы для дву- и многомерных статистических моделей. На каждом занятии рассматривается отдельная статистическая задача или метод статистической обработки данных. При этом, первоначально разбирается общая для группы задача на основе методических материалов и мультимедийной демонстрации. В дальнейшем каждый студент получает подобное индивидуальное задание на основе которого определяется его понимание данной темы.

При изучении разделов дисциплины по рекомендуется активное использование Электронного учебника по статистике компании StatSoft Russia.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Горлач Б.А. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 320 с. — Режим доступа: <a href="http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=4864">http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=4864</a> — Загл. с экрана.
2	Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности "Статистика" и др. экон. специальностям] / А.А. Халафян .— 2-е изд. — М. : Бинوم, 2010 .— 522 с. : ил., табл. — (Учебник) .— Библиогр.: с.[521]-522.
3	Каждан А.Б. Математические методы в геологии: учебник для вузов / А.Б. Каждан, О.И. Гуськов, А.А. Шиманский.— Москва : Недра, 1990.— 251 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Геостатистика: теория и практика / В.В. Демьянов, Е.А. Савельева. – Москва : Наука, 2010. – 327 с.
5	Девис Д.С. Статистический анализ данных в геологии. Кн. 1.– Москва : Недра, 1990.– 319 с.
6	Девис, Д.С. Статистический анализ данных в геологии. Кн. 2.– Москва : Недра, 1990.– 427 с.
7	Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии: учебник / Г.С. Поротов. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет).– Санкт-Петербург, 2006.– 223 с.
8	Грановская Н.В. Применение математических методов при геологическом прогнозе. / Н.В. Грановская, Л.К. Дудкевич. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 1997.– 43 с.
9	Капутин Ю.Е. Геостатистическое исследование месторождений полезных ископаемых: методические рекомендации. Петрозаводск : Изд-во КарФАН СССР, 1988.– 190 с.
10	Крамбейн У. Статистические модели в геологии / У. Крамбейн, Ф. Грейбилл.– Москва : Мир, 1969.– 398 с.
11	Справочник по математическим методам в геологии / А.А. Родионов, Р.И. Коган, В.А. Голубев [и др.].– Москва : Недра, 1987.– 334 с.
12	Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для бакалавров / В.Е. Гмурман .— 12-е изд. — Москва : Юрайт, 2013 .— 478 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
13	<a href="http://lib.vsu.ru">http://lib.vsu.ru</a> - Зональная библиотека ВГУ
14	<a href="http://geo.web.ru">http://geo.web.ru</a> – Неофициальный сервер геологического факультета МГУ
15	<a href="http://students.web.ru">http://students.web.ru</a> – Неофициальный сервер геологического факультета МГУ
16	База картографических и фактографических данных по региональным поисково-съёмочным работам. Фонды НИИ геологии ВГУ.

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)**

№ п/п	Источник
17	Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для студ. вузов / В.Е. Гмурман .— 12-е изд., перераб. — М. : Высшее образование, 2008 .— 478, [1] с. : ил., табл. — (Основы наук) .— Предм. указ.: с.474-479.
18	<a href="http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm">http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm</a> - Электронный учебник по статистике компании StatSoft Russia

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

При освоении дисциплины используется пакет MS Office Excel с надстройкой Пакет анализа, а также специализированное ПО для статистического анализа данных Statistica. Для визуализации результатов пространственно-статистического анализа используется геоинформационная система ArcGIS.

В работе широко используются региональные картографические и фактографические базы данных по месторождениям твердых полезных ископаемых.



**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).

Обучение проводится в специализированном учебном компьютерном классе. Компьютеры (15 шт.) объединены в сеть с индивидуализированным пользовательским входом студентов и областями для хранения данных. Имеется выход в Internet, мультимедийное оборудование с демонстрационным телевизором.

**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)
ОПК-2	<i>Знать:</i> принципы геолого-математического моделирования, основные типы и условия применения математических моделей	Введение	Лаб.: 3.1.1-2
ОПК-3		Одномерные статистические модели	Лаб.: 3.1.3-8
ПК-1	<i>Владеть (иметь навык(и)):</i> методами подготовки и математической обработки геологической информации; выбирать приемлемые и наиболее эффективные математические методы решения геологических задач	Двумерные статистические модели	Лаб.: 3.1.9-13
ПК-3		Многомерные статистические модели	Лаб.: 3.1.14-17
ПК-6			
Промежуточная аттестация			Комплект КИМ № 1

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

**19.2 Критерии оценки видов аттестации по итогам освоения дисциплины:**

В течение обучения дисциплине осуществляется непрерывный контроль усвоения пройденного материала.

1. Непосредственный контакт с каждым обучающимся во время лабораторных занятий по обсуждению результатов работы и проверке понимания выполняемой работы;
2. Промежуточные аттестации по завершённым темам по оценке теоретических знаний и в виде индивидуальных практических заданий.

**Критерии оценок теста при бально-рейтинговой системе:**

**Отлично:** более 80 баллов.

**Хорошо:** 61 – 80 баллов.

**Удовлетворительно:** 41 – 60 баллов.

**Неудовлетворительно:** менее 40 баллов.

## **Критерии оценок зачета**

**Зачтено:** Полное выполнение лабораторных заданий. Знание основных теоретических положений ГИС.

**Не зачтено:** Не выполнение лабораторных заданий. Отсутствие целостного представления по теме.

### **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 Перечень вопросов к зачету:**

##### **Раздел 1. Введение**

Особенности геологических объектов как природных систем.

Особенности изучения (опробования) геологических объектов (ГО). Основные схемы площадного опробования ГО.

Изменчивость свойств геологических объектов. Понятие «наблюдаемая изменчивость».

Шкалы измерений, используемые в геологии.

Виды моделирования, применяемые в геологии.

Понятие о математическом моделировании геологических объектов.

Виды математических моделей, применяемых в геологии.

Этапы решения геологических задач математическими методами.

Цель применения математических методов в геологии.

##### **Раздел 2. Одномерные статистические модели**

Требования к выборочной геологической совокупности при статистическом моделировании.

Графические способы представления одномерных статистических моделей. Типы геологических задач, решаемые графическими методами.

Числовые характеристики положения одномерных статистических моделей

Числовые характеристики разброса одномерных статистических моделей

В чем специфика угловых случайных величин. Примеры.

Точечные и интервальные свойства геологических объектов. Понятие доверительного интервала.

Способы анализа однородности выборочных геологических совокупностей.

Параметрические и непараметрические критерии согласия. Примеры.

Типы геологических задач, проверяемые статистическими методами.

Статистические законы распределения, используемые в геологии.

Способы проверки статистических законов распределения.

Цель использования критериев Фишера и Стьюдента.

Геологические задачи, решаемые при проверке гипотез о равенстве средних, дисперсий.

##### **Раздел 3. Двумерные статистические модели**

Графические способы проверки связи между свойствами объектов.

Типы связей между свойствами объектов. Аналитические выражения, геологические примеры.

Типы геологических задач, решаемые при проверке гипотезы о наличии корреляционной связи.

Способы оценки силы корреляционной связи. Виды корреляционных коэффициентов в зависимости от типов исходных данных.

Способ проверки гипотезы о о линейном характере корреляционной связи.

Сущность и условия применения. Графическое изображение системы двух случайных величин.

Статистические характеристики системы двух случайных величин. Коэффициенты парной

корреляции, ранговой корреляции, сопряженности. Проверка гипотез о наличии корреляционной

связи. Ложная корреляция. Выбор уравнения регрессии. Формирование полей статистических

характеристик двух случайных величин ГО.

##### **Раздел 4. Многомерные статистические модели**

Признак, градации признака, признаковое поле. Понятие и оценка информативности признаков и их градаций.

Условия применения и задачи, решаемые многомерными статистическими моделями.

Многомерный регрессионный анализ. Условия применения, вид и интерпретация результатов.

Область применения, вид и ограничения результатов кластер-анализа.  
Цели и задачи метода факторного анализа.  
Геологические задачи, решаемые с применением факторного анализа.  
Графическое представление результатов факторного анализа.  
Методы кластеризации многомерных данных. Геологические примеры.

### **19.3.2 Перечень лабораторных и практических заданий (п.13.1)**

#### **19.3.4 Тестовые задания**

#### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

#### **19.3.5 Темы курсовых работ**

#### **19.3.6 Темы рефератов**

### **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 формах устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); письменных работ (защита лабораторных и практических работ); тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

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

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и понимание выполненных аудиторных заданий, а также оценить степень формирования умений и навыков практического применения ГГИС. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.