

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Инженерная академия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины Математическое моделирование геологических
задач**

Направление подготовки: 05.06.01 Науки о Земле

Направленность программы (профиль/специализация):

25.00.01 Общая и региональная геология

25.00.11. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения

25.00.12. Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

Москва,
2021

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины Математическое моделирование геологических задач является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области математического моделирования геологических задач, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Основными задачами дисциплины являются:

- ознакомить учащихся с методами математической статистики, нашедшими применение в геологии;
- научить самостоятельно выбирать и грамотно применять статистические методы для решения геологических задач;
- научить критически оценивать результаты, полученные при математическом моделировании геологических задач;
- ознакомить учащихся с современным программным обеспечением, используемым для математического моделирования геологических задач.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Математическое моделирование геологических задач относится к *дисциплинам по выбору вариативной* части блока 1 учебного плана (Б1.В.ДВ.02.03).

Её изучение базируется на материале предшествующих дисциплин, а также она является базовой для изучения последующих дисциплин учебного плана, перечень которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень предшествующих и последующих дисциплин

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Методология научных исследований	Научно-исследовательская практика
2		Государственная итоговая аттестация

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина Математическое моделирование геологических задач направлена на формирование у обучающихся следующих компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)
- знать условия образования месторождений полезных ископаемых, уметь на основе геологических, геофизических и геохимических методов прогнозировать и оценивать перспективы их промышленного освоения, а также проводить геолого-экономическую оценку месторождений, используя методы математического моделирования (ПК-2);

Результатом обучения по дисциплине являются знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Компетенция	Знания	Умения	Навыки
1	2	3	4
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)	<p>принципы математической статистики и геостатистики;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы статистического анализа геологических данных; - возможности и пределы применения каждого метода; - современные программные средства для математического моделирования геологических задач. 	<p>формулировать геологические задачи в виде, удобном для их решения математическими методами;</p> <ul style="list-style-type: none"> - формализовать геологическую информацию; - выбирать математические методы решения геологических задач в соответствии со специфическими особенностями геологических объектов; - корректно интерпретировать полученные результаты. 	<p>работы с современным программным обеспечением, используемым для сбора, хранения и анализа геологической информации</p>
Знать условия образования месторождений полезных ископаемых, уметь на основе геологических, геофизических и геохимических методов прогнозировать и оценивать перспективы их промышленного освоения, а также проводить геолого-экономическую оценку месторождений, используя методы математического моделирования (ПК2);	<ul style="list-style-type: none"> - методы математической статистики и геостатистики, используемые для прогнозирования и оценки перспективы промышленного освоения месторождений полезных ископаемых, а также проведения геолого-экономической оценки месторождений; 	<ul style="list-style-type: none"> - использовать методы математической статистики и геостатистики для прогнозирования и оценки перспективы промышленного освоения месторождений полезных ископаемых; - проводить геолого-экономическую оценку месторождений; 	<ul style="list-style-type: none"> - работы с современным программным обеспечением, используемым для прогнозирования и оценки перспективы промышленного освоения месторождений полезных ископаемых, а также проведения геолого-экономической оценки месторождений; - сбора, хранения и анализа геологической,

		используя методы математического моделирования;	геофизической и минералого-геохимической информации.
--	--	---	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 3 – Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	60			30	30
В том числе:					
Лекции	20			10	10
Практические занятия (ПЗ)	40			20	20
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа (всего)	84			42	42
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы	48			24	24
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	36			18	18
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)				Зач.	Зач.
Общая трудоемкость	час	144		72	72
	зач. ед.	4		2	2

5. Содержание дисциплины

Таблица 4 – Содержание дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
3 СЕМЕСТР							
1.	Общие сведения о математическом моделировании геологических объектов. Понятие о геологических объектах, их свойствах и выборочном методе изучения. Принципы математического моделирования, виды математических моделей, применяемых в геологии, примеры математических моделей.	2	2			2	6
2.	Одномерная статистическая модель и её применение в геологии. Статистические характеристики случайной величины, законы распределения случайных величин, геологические приложения одномерной статистической модели.	4	8+2			16+ 2	28+4
3.	Двумерная статистическая модель и её применение в геологии. Статистические характеристики случайной величины, законы распределения случайных величин, геологические приложения одномерной статистической модели.	4	8+2			18+ 2	30+4
4 СЕМЕСТР							
4.	Многомерная статистическая модель и её применение в геологии. Система множества случайных величин и её статистические характеристики. Множественная регрессия, дисперсионный, дискриминантный, факторный и кластерный анализы.	4	10-2			22-2	36-4
5.	Математическое моделирование пространственных геологических закономерностей. Анализ временных рядов. Детерминированные и вероятностные модели геологических полей, основы геостатистики.	6	12-2			26-2	44-4

6. Образовательные технологии

Организация занятий по дисциплине Математическое моделирование геологических задач проводится по следующим видам учебной работы: лекции, практические занятия.

Реализация компетентного подхода в рамках направления подготовки 05.06.01 Науки о Земле предусматривает сочетание в учебном процессе контактной работы с преподавателем и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся для более полного формирования и развития его профессиональных навыков.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории, в том числе с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Основные моменты лекционных занятий конспектируются обучающимися, отдельные темы (части тем и разделов) предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта (проверяется преподавателем в процессе текущего контроля).

Целью практических занятий является получение обучающимися знаний и выработка практических навыков работы в области математического моделирования геологических задач. Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы – решение задач, работа со специализированным программным обеспечением, так и интерактивные методы – групповая работа, анализ конкретных ситуаций, деловая игра и т.п.

Групповая работа при анализе конкретной ситуации развивает способности проведения анализа и диагностики проблем. С помощью метода анализа конкретной ситуации у обучающихся развиваются такие квалификационные качества, как умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение коммуницировать, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, поступающую в вербальной форме. Практические занятия проводятся в специальных аудиториях, оборудованных необходимыми наглядными материалами.

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном формате на основе учебно-методических материалов дисциплины (*приложения 2-4*). Уровень освоения материала по самостоятельно изучаемым вопросам курса проверяется при проведении текущего контроля и аттестационных испытаний (зачет с оценкой) по дисциплине.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

Поротов Г.С. «Математические методы моделирования в геологии», Санкт-Петербург, 2006г.

Режим доступа:

<http://www.geokniga.org/books/349>

 [geokniga-matematicheskie-metody-modelirovaniya-v-geologii-gsporotov-2006.pdf](#) (3.39M)

 [geokniga-porotov-gs-matematicheskie-metody-modelirovaniya-v-geologii-uchebnik.doc](#) (5.76M)

Дополнительная литература:

Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева ; под ред. Р. В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М. :

Наука, 2010. — 327 с. — ISBN 978-5-02-037478-2 (в пер.). Режим доступа:
<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geostatistika-teoriya-i-praktika.pdf>

Дэвис Джон С. Статистический анализ данных в геологии [Текст] : В 2-х книгах. Кн. 1 / Д.С. Дэвис; Пер. с англ. В. А. Голубевой; Под ред. Д. А. Родионова. - М. : Недра, 1990. - 319 с. : ил. - ISBN 5-247-02122-3 : 1.80. Режим доступа:

<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-statisticheskij-analiz-dannyh-v-geologii-tom-1-dzhsdevis-1990.pdf>

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web> (26.3 - Д94)

Дэвис Джон С. Статистический анализ данных в геологии [Текст] : В 2-х книгах. Кн. 2 / Д.С. Дэвис; Пер. с англ. В. А. Голубевой; Под ред. Д. А. Родионова. - М. : Недра, 1990. - 427 с. : ил. - ISBN 5-247-02123-1 : 2.40. Режим доступа:

<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-0603397941a9dzhsdevisstatisticheskivanalizdannyhvgeologiiikniga2-1.pdf>

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web> (26.3 - Д94)

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

<http://www.rosnedra.com> - сайт Федерального агентства по недропользованию РОСНЕДРА;

<http://www.goldensoftware.com/products> - сайт Golden Software.

<http://www.statsoft.ru/company/> - сайт компании StatSoft Russia

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Программное обеспечение:

1. Специализированное программное обеспечение проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов:

№	Наименование	Реквизиты лицензии (№, дата)
1	Statistica 6.1	Рег. номер 90-07-016-00030-8 (18 марта 2008г.)
2	ArcGIS for Desktop Advanced (ArcInfo) Lab Pak 10.5 плавающая лицензия	Сублицензионный договор от 5/1/3 от 02 апреля 2015
3	Micromine 2018	Лицензия № 4056 Рег. номер 90-07-019-00065-7 (18 марта 2008г.)
4	GoldenSoftware Surfer 8	Контракт 78-01.168К от 06.12.2007 Регистрационный номер 90-07-019-00034-3 (18 марта 2008г.)
5	MS Office 2007 Prof. (Desktop School All Languages Lic./SA Pack MVL (ASA))	2007г., ИОП №1.1.16.3/40 Рег. номер 90-07-012-00239-9 (06 августа 2013 г.)

Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся и изучения дисциплины (также размещены в ТУИС РУДН в соответствующем разделе дисциплины):

1. Курс лекций (презентации с комментариями) по дисциплине Математическое моделирование геологических задач (приложение 2).

2. Задачи по разделам дисциплины для самостоятельной работы (приложение 3).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 5 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
Лекционная аудитория № 440 Комплект специализированной мебели: рабочее место учащегося (51 шт.), рабочее место преподавателя (1 шт.), переносная трибуна (1 шт.). Технические средства: проекционный экран, оверхед-проектор. Имеется Wi-Fi сеть интернет.	г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3
Лаборатория геоинформатики (аудитория № 444) Учебная аудитория для проведения семинарских и практических занятий, дипломного проектирования Оборудование и мебель: Рабочее место учащегося (10 шт.): комплект специализированной мебели, компьютер, монитор, клавиатура, мышь. Рабочее место преподавателя (1 шт.): комплект специализированной мебели, компьютер, монитор, клавиатура, мышь. Дополнительные технические средства: лазерный принтер HP LaserJet P2015 – 1 шт.; струйный цветной принтер HP DeskJet 9803 A3 – 1 шт.; плоттер HP DesignJet 500+ A1, сканер планшетный MustekScanExpress A3 USB, коммутатор. Имеется подключение к сети интернет (ЛВС+Wi-Fi). - рабочие столы, стулья, доска.	г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

9. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств, сформированный для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Математическое моделирование геологических задач представлен в *приложении 1* к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- 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;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Разработчики:

ст. преподаватель

должность



подпись

В.Е.Марков

инициалы, фамилия

Директор департамента



подпись

А.Е.Котельников

инициалы, фамилия

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Инженерная академия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины Математическое моделирование геологических
задач**

Направление подготовки: 05.06.01 Науки о Земле

Направленность программы (профиль/специализация):

25.00.01 Общая и региональная геология

25.00.11. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения

25.00.12. Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

Москва,
2021

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины Математическое моделирование геологических задач является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области математического моделирования геологических задач, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Основными задачами дисциплины являются:

- ознакомить учащихся с методами математической статистики, нашедшими применение в геологии;
- научить самостоятельно выбирать и грамотно применять статистические методы для решения геологических задач;
- научить критически оценивать результаты, полученные при математическом моделировании геологических задач;
- ознакомить учащихся с современным программным обеспечением, используемым для математического моделирования геологических задач.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Математическое моделирование геологических задач относится к *дисциплинам по выбору вариативной* части блока 1 учебного плана (Б1.В.ДВ.02.03).

Её изучение базируется на материале предшествующих дисциплин, а также она является базовой для изучения последующих дисциплин учебного плана, перечень которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень предшествующих и последующих дисциплин

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Методология научных исследований	Научно-исследовательская практика
2		Государственная итоговая аттестация

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина Математическое моделирование геологических задач направлена на формирование у обучающихся следующих компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)
- знать условия образования месторождений полезных ископаемых, уметь на основе геологических, геофизических и геохимических методов прогнозировать и оценивать перспективы их промышленного освоения, а также проводить геолого-экономическую оценку месторождений, используя методы математического моделирования (ПК-2);

Результатом обучения по дисциплине являются знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Компетенция	Знания	Умения	Навыки
1	2	3	4
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)	<p>принципы математической статистики и геостатистики;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы статистического анализа геологических данных; - возможности и пределы применения каждого метода; - современные программные средства для математического моделирования геологических задач. 	<p>формулировать геологические задачи в виде, удобном для их решения математическими методами;</p> <ul style="list-style-type: none"> - формализовать геологическую информацию; - выбирать математические методы решения геологических задач в соответствии со специфическими особенностями геологических объектов; - корректно интерпретировать полученные результаты. 	<p>работы с современным программным обеспечением, используемым для сбора, хранения и анализа геологической информации</p>
Знать условия образования месторождений полезных ископаемых, уметь на основе геологических, геофизических и геохимических методов прогнозировать и оценивать перспективы их промышленного освоения, а также проводить геолого-экономическую оценку месторождений, используя методы математического моделирования (ПК2);	<ul style="list-style-type: none"> - методы математической статистики и геостатистики, используемые для прогнозирования и оценки перспективы промышленного освоения месторождений полезных ископаемых, а также проведения геолого-экономической оценки месторождений; 	<ul style="list-style-type: none"> - использовать методы математической статистики и геостатистики для прогнозирования и оценки перспективы промышленного освоения месторождений полезных ископаемых; - проводить геолого-экономическую оценку месторождений; 	<ul style="list-style-type: none"> - работы с современным программным обеспечением, используемым для прогнозирования и оценки перспективы промышленного освоения месторождений полезных ископаемых, а также проведения геолого-экономической оценки месторождений; - сбора, хранения и анализа геологической,

		используя методы математического моделирования;	геофизической и минералого-геохимической информации.
--	--	---	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 3 – Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	60			30	30
В том числе:					
Лекции	20			10	10
Практические занятия (ПЗ)	40			20	20
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа (всего)	84			42	42
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы	48			24	24
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	36			18	18
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)				Зач.	Зач.
Общая трудоемкость	час	144		72	72
	зач. ед.	4		2	2

5. Содержание дисциплины

Таблица 4 – Содержание дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
3 СЕМЕСТР							
1.	Общие сведения о математическом моделировании геологических объектов. Понятие о геологических объектах, их свойствах и выборочном методе изучения. Принципы математического моделирования, виды математических моделей, применяемых в геологии, примеры математических моделей.	2	2			2	6
2.	Одномерная статистическая модель и её применение в геологии. Статистические характеристики случайной величины, законы распределения случайных величин, геологические приложения одномерной статистической модели.	4	8+2			16+ 2	28+4
3.	Двумерная статистическая модель и её применение в геологии. Статистические характеристики случайной величины, законы распределения случайных величин, геологические приложения одномерной статистической модели.	4	8+2			18+ 2	30+4
4 СЕМЕСТР							
4.	Многомерная статистическая модель и её применение в геологии. Система множества случайных величин и её статистические характеристики. Множественная регрессия, дисперсионный, дискриминантный, факторный и кластерный анализы.	4	10-2			22-2	36-4
5.	Математическое моделирование пространственных геологических закономерностей. Анализ временных рядов. Детерминированные и вероятностные модели геологических полей, основы геостатистики.	6	12-2			26-2	44-4

6. Образовательные технологии

Организация занятий по дисциплине Математическое моделирование геологических задач проводится по следующим видам учебной работы: лекции, практические занятия.

Реализация компетентного подхода в рамках направления подготовки 05.06.01 Науки о Земле предусматривает сочетание в учебном процессе контактной работы с преподавателем и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся для более полного формирования и развития его профессиональных навыков.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории, в том числе с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Основные моменты лекционных занятий конспектируются обучающимися, отдельные темы (части тем и разделов) предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта (проверяется преподавателем в процессе текущего контроля).

Целью практических занятий является получение обучающимися знаний и выработка практических навыков работы в области математического моделирования геологических задач. Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы – решение задач, работа со специализированным программным обеспечением, так и интерактивные методы – групповая работа, анализ конкретных ситуаций, деловая игра и т.п.

Групповая работа при анализе конкретной ситуации развивает способности проведения анализа и диагностики проблем. С помощью метода анализа конкретной ситуации у обучающихся развиваются такие квалификационные качества, как умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение коммуницировать, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, поступающую в вербальной форме. Практические занятия проводятся в специальных аудиториях, оборудованных необходимыми наглядными материалами.

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном формате на основе учебно-методических материалов дисциплины (*приложения 2-4*). Уровень освоения материала по самостоятельно изучаемым вопросам курса проверяется при проведении текущего контроля и аттестационных испытаний (зачет с оценкой) по дисциплине.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

Поротов Г.С. «Математические методы моделирования в геологии», Санкт-Петербург, 2006г.

Режим доступа:

<http://www.geokniga.org/books/349>

 [geokniga-matematicheskie-metody-modelirovaniya-v-geologii-gsporotov-2006.pdf](#) (3.39M)

 [geokniga-porotov-gs-matematicheskie-metody-modelirovaniya-v-geologii-uchebnik.doc](#) (5.76M)

Дополнительная литература:

Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева ; под ред. Р. В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М. :

Наука, 2010. — 327 с. — ISBN 978-5-02-037478-2 (в пер.). Режим доступа:
<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geostatistika-teoriya-i-praktika.pdf>

Дэвис Джон С. Статистический анализ данных в геологии [Текст] : В 2-х книгах. Кн. 1 / Д.С. Дэвис; Пер. с англ. В. А. Голубевой; Под ред. Д. А. Родионова. - М. : Недра, 1990. - 319 с. : ил. - ISBN 5-247-02122-3 : 1.80. Режим доступа:

<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-statisticheskij-analiz-dannyh-v-geologii-tom-1-dzhsdevis-1990.pdf>

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web> (26.3 - Д94)

Дэвис Джон С. Статистический анализ данных в геологии [Текст] : В 2-х книгах. Кн. 2 / Д.С. Дэвис; Пер. с англ. В. А. Голубевой; Под ред. Д. А. Родионова. - М. : Недра, 1990. - 427 с. : ил. - ISBN 5-247-02123-1 : 2.40. Режим доступа:

<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-0603397941a9dzhsdevisstatisticheskivanalizardannyhvgeologiiikniga2-1.pdf>

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web> (26.3 - Д94)

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

<http://www.rosnedra.com> - сайт Федерального агентства по недропользованию РОСНЕДРА;

<http://www.goldensoftware.com/products> - сайт Golden Software.

<http://www.statsoft.ru/company/> - сайт компании StatSoft Russia

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Программное обеспечение:

1. Специализированное программное обеспечение проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов:

№	Наименование	Реквизиты лицензии (№, дата)
1	Statistica 6.1	Рег. номер 90-07-016-00030-8 (18 марта 2008г.)
2	ArcGIS for Desktop Advanced (ArcInfo) Lab Pak 10.5 плавающая лицензия	Сублицензионный договор от 5/1/3 от 02 апреля 2015
3	Micromine 2018	Лицензия № 4056 Рег. номер 90-07-019-00065-7 (18 марта 2008г.)
4	GoldenSoftware Surfer 8	Контракт 78-01.168К от 06.12.2007 Регистрационный номер 90-07-019-00034-3 (18 марта 2008г.)
5	MS Office 2007 Prof. (Desktop School All Languages Lic./SA Pack MVL (ASA))	2007г., ИОП №1.1.16.3/40 Рег. номер 90-07-012-00239-9 (06 августа 2013 г.)

Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся и изучения дисциплины (также размещены в ТУИС РУДН в соответствующем разделе дисциплины):

1. Курс лекций (презентации с комментариями) по дисциплине Математическое моделирование геологических задач (приложение 2).

2. Задачи по разделам дисциплины для самостоятельной работы (приложение 3).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 5 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
<p>Лекционная аудитория № 440 Комплект специализированной мебели: рабочее место учащегося (51 шт.), рабочее место преподавателя (1 шт.), переносная трибуна (1 шт.). Технические средства: проекционный экран, оверхед-проектор. Имеется Wi-Fi сеть интернет.</p>	г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3
<p>Лаборатория геоинформатики (аудитория № 444) Учебная аудитория для проведения семинарских и практических занятий, дипломного проектирования Оборудование и мебель: Рабочее место учащегося (10 шт.): комплект специализированной мебели, компьютер, монитор, клавиатура, мышь. Рабочее место преподавателя (1 шт.): комплект специализированной мебели, компьютер, монитор, клавиатура, мышь. Дополнительные технические средства: лазерный принтер HP LaserJet P2015 – 1 шт.; струйный цветной принтер HP DeskJet 9803 A3 – 1 шт.; плоттер HP DesignJet 500+ A1, сканер планшетный MustekScanExpress A3 USB, коммутатор. Имеется подключение к сети интернет (ЛВС+Wi-Fi). - рабочие столы, стулья, доска.</p>	г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

9. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств, сформированный для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Математическое моделирование геологических задач представлен в *приложении 1* к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- 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;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Разработчики:

ст. преподаватель

должность



подпись

В.Е.Марков

инициалы, фамилия

Директор департамента



подпись

А.Е.Котельников

инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»
Инженерная академия

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

05.06.01 НАУКИ О ЗЕМЛЕ
(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки:

25.00.11 Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения
25.00.12. Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений
25.00.01. Общая и региональная геология

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

МОСКВА, 2021г.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление: 05.06.01 Науки о Земле

Дисциплина: Математическое моделирование геологических задач

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)					Баллы темы	Баллы раздела	
			Аудиторная работа				Самостоятельная работа			
			Опрос	Тест	Выполнение ПР	Работа на занятии				Контрольная работа
ОПК 1 ПК 2	Раздел 1 Общие сведения о математическом моделировании геологических объектов.	Тема 1. Понятие о геологических объектах, их свойствах и выборочном методе изучения. Статистические гипотезы. Принципы математического моделирования, виды математических моделей, применяемых в геологии, примеры математических моделей.		2	4			3	9	9
	Раздел 2. Одномерная статистическая модель и её применение в геологии.	Тема 1. Статистические характеристики случайной величины, законы распределения случайных величин.		2	5			3	10	29
		Тема 2. Геологические приложения одномерной статистической модели		2	10		7		19	
	Раздел 3. Двумерная статистическая модель и её применение в геологии.	Тема 1. Система двух случайных величин и её статистические характеристики.		2	6			4	12	37
Тема 2. Регрессионный анализ			2	10		8	5	25		
Зачёт с оценкой								25		
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР				10	35		15	15	25	100

ОПК 1 ПК 2	Раздел 4. Многомерная статистическая модель и её применение в геологии. дисперсионный, дискриминантный, факторный и кластерный анализы.	Тема 1. Система множества случайных величин и её статистические характеристики. Дисперсионный анализ		1	1			2		4	41
		Тема 2. Множественная регрессия и её использование в геологии		2	4			2		8	
		Тема 3. Многомерные разведочные методы (дискриминантный, кластерный, компонентный и факторный анализы) и их применение в геологии.		3	12		10	4		29	
	Раздел 5. Математическое моделирование пространственных геологических закономерностей.	Тема 1. Анализ временных рядов и его использование в геологии		2	8			2		12	34
		Тема 2. Моделирование геологических полей		2	15			5		22	
Зачёт с оценкой								25			
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР			10	40		10	15	25		100	

Вопросы для тестирования.

Тестовые вопросы к разделам 1 и 2

Какие из перечисленных статистик могут быть вычислены в порядковой шкале?

- Дисперсия
- Среднее значение
- Медиана
- Коэффициент вариации
- Стандартное отклонение

Чему равна сумма элементов матрицы $X_{2,1} + X_{3,2} + X_{4,3}$?

$X = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \\ 13 & 14 & 15 & 16 \end{pmatrix}$	<ul style="list-style-type: none">• 18• 21• 25• 30• 33• 34
---	---

По какой формуле вычисляется дисперсия генеральной совокупности ?

1. $\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	4. $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$	<ul style="list-style-type: none">• 1• 2• 3• 4• 5• 6
2. $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$	5. $\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$	
3. $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$	6. $\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$	

Какая из формул является числителем при вычислении выборочного коэффициента вариации ?

1. $\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	4. $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$	<ul style="list-style-type: none">• 1• 2• 3• 4• 5• 6
2. $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$	5. $\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$	
3. $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$	6. $\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$	

В нормальном распределении...

- Асимметрия = 0, медиана = среднему значению
- Асимметрия отрицательная, медиана больше среднего значения
- Асимметрия отрицательная, медиана = среднему значению

- Асимметрия положительная, медиана больше среднего значения
- Асимметрия положительная, медиана меньше среднего значения

Параметрами распределения Стьюдента являются...

- Число степеней свободы
- Медиана
- Числа степеней свободы числителя и знаменателя
- Дисперсия
- Математическое ожидание

Параметрами нормального распределен являются...

- Число степеней свободы
- Медиана
- Числа степеней свободы числителя и знаменателя
- Дисперсия
- Математическое ожидание

Оценка однородности выборки проводится по...

- По отношению среднего значения к размаху выборки
- По отношению медианы к среднему значению
- По количеству мод на гистограмме
- По асимметрии распределения
- По эксцессу распределения

Какая из переменных характеризуется наименьшей изменчивостью?

Переменная	Описательные статис		
	Среднее	Ст.откл.	
MO 10 4	0.9393	2.0678	• Mo
SN 10 4	2.4350	0.8788	• Sn
CR 10 3	163.4572	209.8951	• Cr
NI 10 3	65.7444	101.4329	• Ni
AU	0.0034	0.0227	• Au

Какая из переменных характеризуется наибольшей изменчивостью?

Переменная	Описательные статис		
	Среднее	Ст.откл.	
B 10 3	2.388010	1.098779	• B
MO 10 4	0.939294	2.067813	• Mo
AS 10 2	0.159834	0.068383	• As
SN 10 4	2.435002	0.878791	• Sn
NB_10_3	0.528068	0.249087	• Nb

У каких переменных распределение отличается от нормального ?

Переменная	Среднее	Медиана	Квартиль Размах	Асимметрия	Эксцесс
V	12.1712	8.0000	7.0000	2.79586	10.2710
Ti	185.4545	150.0000	100.0000	3.52971	14.0321
Cr	22.1136	15.0000	8.0000	7.79630	73.4205
Ni	5.7121	5.0000	2.0000	11.80851	164.1121
Co	1.1523	0.8000	1.1000	3.93089	21.9976

- V
- Ti
- Cr
- Ni
- Co

В результате стандартизации ...

- Распределения переменных становятся нормальными
- Дисперсии переменных становятся равны нулю
- Стандартные отклонения становятся равны единице
- Средние значения переменных становятся равны нулю
- Выбросы перестают оказывать влияние на корреляцию
- Появляются отрицательные значения

Какие из переменных могут использоваться в качестве группирующих при проведении статистического анализа?

CoO	SiO2	MgO	Al2O3	Cr2O3	Месторождение	Код зоны
0.089	6.73	2.85	14.45	2.70	1	1
0.073	7.91	0.95	15.99	2.24	1	1
0.013	4.40	0.80	14.14	2.80	1	1
0.027	5.28	1.10	14.17	3.28	1	1
0.155	3.03	0.45	11.93	2.36	2	1
0.082	2.71	0.60	8.55	2.78	2	1
0.127	9.87	0.30	18.33	1.51	2	1
0.022	2.04	0.40	18.54	2.65	2	1

- CoO
- SiO2
- MgO
- Al2O3
- Cr2O3
- Месторождение
- Код зоны

Какая часть пласта имеет мощность > 2 м, если средняя мощность (мат. ожидание) = 1.5, ст.отклонение 0.5, распределение мощностей нормальное?

t	F(t)	t	F(t)
0,0	0,5000	1,6	0,9452
0,1	0,5398	1,7	0,9554
0,2	0,5793	1,8	0,9641
0,3	0,6179	1,9	0,9713
0,4	0,6554	2,0	0,9772
0,5	0,6915	2,1	0,9821
0,6	0,7257	2,2	0,9861
0,7	0,7580	2,3	0,9893
0,8	0,7881	2,4	0,9918
0,9	0,8159	2,5	0,9938
1,0	0,8413	2,6	0,9953
1,1	0,8643	2,7	0,9965
1,2	0,8849	2,8	0,9974
1,3	0,9032	2,9	0,9981
1,4	0,9192	3,0	0,9987
1,5	0,9332	3,1	0,9990

- ~ 2%
- ~ 16%
- ~ 50%
- ~ 84%
- ~ 98%

Тестовые вопросы к разделам 2 и 3

Выберите предположения, на которых основан дисперсионный анализ?

- Независимость наблюдений (по значению одного наблюдения нельзя предсказать значение другого)

- Количество наблюдений в каждой группе не меньше 30
- Нормальное распределение во всех сравниваемых группах
- Однородность (равенство) дисперсий во всех сравниваемых группах
- Отсутствие выбросов

Что называется фактором в дисперсионном анализе?

- Признак, по которому образованы группы.
- Отношение межгрупповой суммы квадратов к внутригрупповой.
- Внутригрупповая сумма квадратов каждой группы.
- Значение F-критерия Фишера
- Процесс, создающий различие средних значений групп.
- Мера, определяющая степень различия между средними значениями групп.

Выберите предположения, на которых основан t-критерий сравнения средних?

- Независимость наблюдений (по значению одного наблюдения нельзя предсказать значение другого)
- Количество наблюдений в каждой группе не меньше 30
- Нормальное распределение в сравниваемых группах
- Однородность (равенство) дисперсий в сравниваемых группах
- Отсутствие выбросов

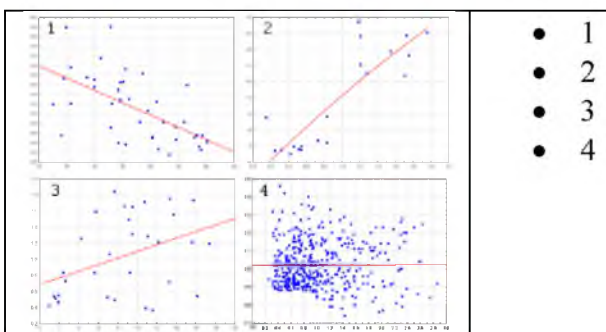
Выберите параметрические методы статистического анализа.

- Критерий Колмогорова-Смирнова
- Критерий Хи-квадрат
- t-критерий Стьюдента
- Дисперсионный анализ
- Ранговые критерии сравнения средних (Манна-Уитни и др.)

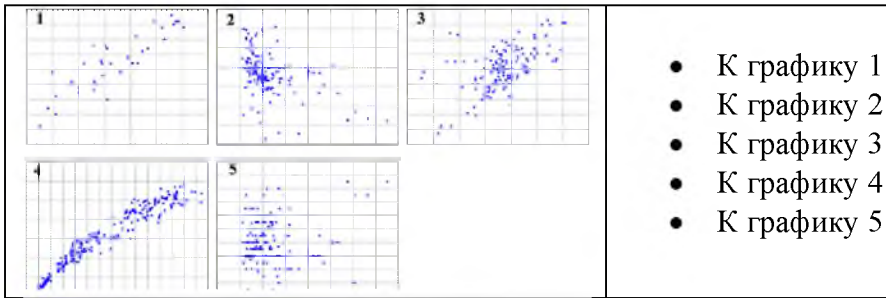
В каких случаях надо применять непараметрические методы?

- Очень большое количество наблюдений (больше 100 000).
- Малое количество наблюдений (меньше 20).
- Измерения проведены в порядковой шкале.
- Известен закон распределения, но его параметры оцениваются по выборке.
- Закон распределения неизвестен.

На каком рисунке корреляционный анализ проведён некорректно (с нарушением требований) ?



К какому графику относится уравнение регрессии $Y = 6.1405 - 0.2217 * x$



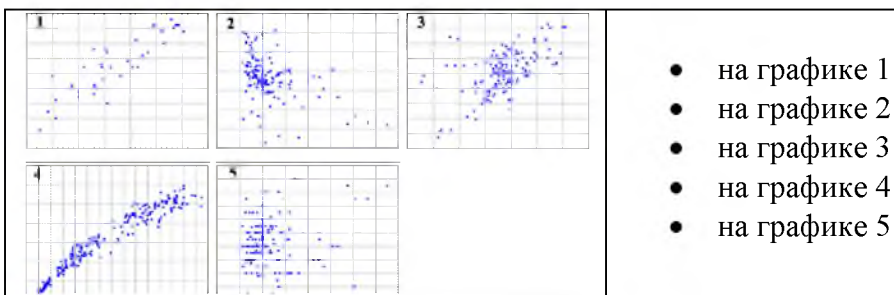
- К графику 1
- К графику 2
- К графику 3
- К графику 4
- К графику 5

Какой критерий используется в приведённой на рисунке таблице для оценки значимости трендов ?

степень полинома		Сумма квадратов	N df	Средние квадраты	?	Табличное значение 95%
1	полином	100	2	50.00	1.2222	3.4433
	отклонения	800	22	40.91		
2	полином	300	5	60.00	1.6286	2.7400
	отклонения	700	19	36.84		
3	добавка	200	3	66.67	1.6296	3.0490
	полином	700	7	100.00		
	отклонения	300	17	17.65		
	добавка	400	2	200.00	5.8667	2.6100
	общая	1000	24	41.67		
Количество точек			25			

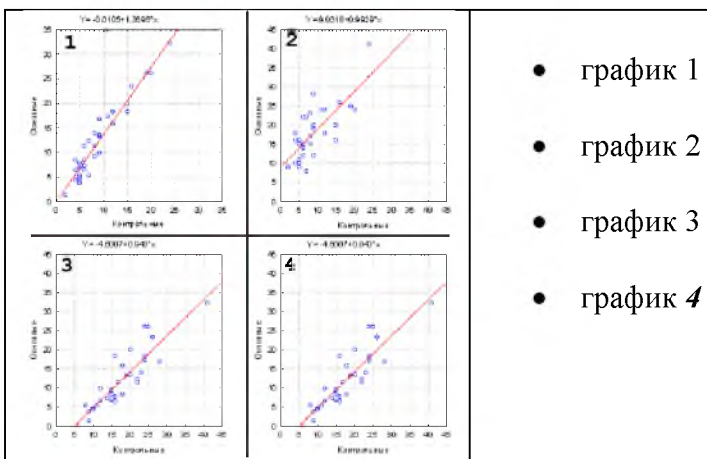
- Критерий Кайзера
- t-критерий Стьюдента
- F-критерий Фишера
- Критерий знаков

На каком графике между переменными нет линейной связи ?



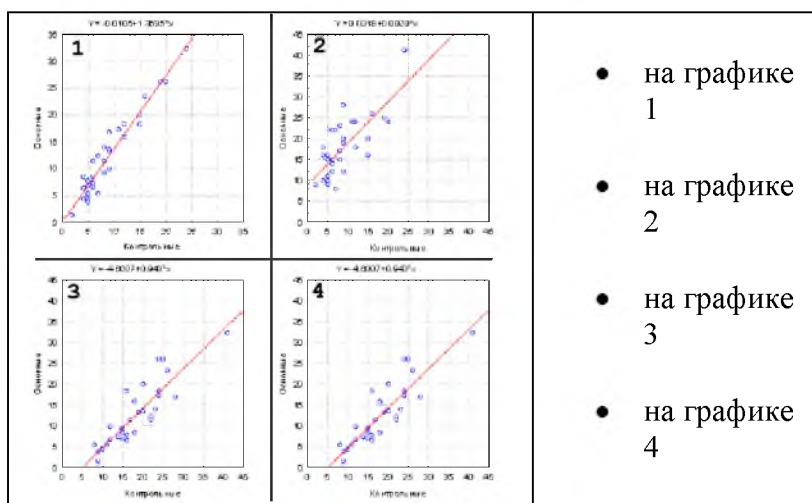
- на графике 1
- на графике 2
- на графике 3
- на графике 4
- на графике 5

По результатам внешнего контроля опробования построены графики рассеяния. Какие из графиков указывают на систематическую ошибку ?



- график 1
- график 2
- график 3
- график 4

По результатам внешнего контроля опробования построены графики рассеяния. На каком из графиков основные анализы завывают содержания ?



Выберите утверждения, справедливые для ранговой корреляции Спирмена

- Требуется не менее 5 наблюдений в каждой группе
- Оценивает степень только линейной связи
- Требуется нормальное распределение значений в исходных выборках
- Может использоваться для Переменных, измеренных в порядковой шкале
- Не используется для переменных, измеренных в шкале отношений
- Не чувствителен к выбросам
- Требуется равенство дисперсии в исходных выборках

Выберите утверждения, справедливые для параметрической корреляции Пирсона

- Оценивает степень только линейной связи
- Требуется нормальное распределение значений в исходных выборках
- Может использоваться для Переменных, измеренных в порядковой шкале
- Не используется для переменных, измеренных в шкале отношений
- Превосходит по мощности ранговую корреляцию
- Требуется равенство дисперсии в исходных выборках
- Выборки должны иметь одинаковое количество наблюдений

Выберите числовые характеристики - показатели связи случайных величин

- Стандартное отклонение
- Коэффициент корреляции
- Ковариация
- Внутригрупповая дисперсия
- Корреляционное отношение

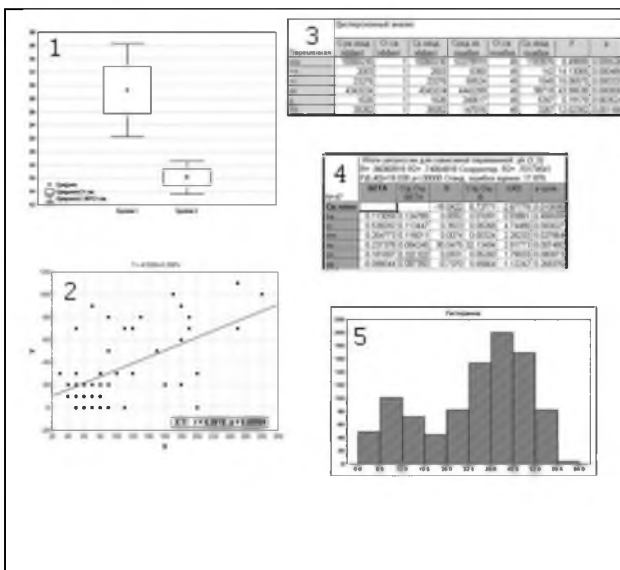
Тестовые вопросы к разделам 4 и 5

Какая из независимых переменных вносит наибольший вклад в предсказание зависимой переменной Ag?

Итоги регрессии для зависимой переменной: AG5 (3_7)*						
Итоги регрессии для зависимой переменной: AG5 (3_7) R= .81665837 R2= .66693089 Скорректир. R2= .65515572 F(7,196)=56.639 p<0.0000 Станд. ошибка оценки: 1.0478						
	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(196)	p-уров.
Св. член			-0.190494	0.243473	-0.78240	0.434914
МО5	0.572597	0.080497	0.046316	0.006511	7.11330	0.000000
HG6	0.273482	0.077091	0.055449	0.015630	3.54751	0.000486
CO	0.205405	0.052127	0.460653	0.116902	3.94051	0.000113
ZN	-0.141510	0.052897	-0.064905	0.024262	-2.67522	0.008093
PВ	0.115312	0.047369	0.219423	0.090136	2.43434	0.015805

- Молибден (МО5)
- Ртуть (HG6)
- Кобальт (CO)
- Цинк (ZN)
- Свинец (PB)

Выберите ошибочное утверждение.



- На рис.1 средние значения переменных в группах существенно различаются.
- На рис.2 между переменными X и Y существует положительная линейная зависимость
- На рис.3 по результатам дисперсионного анализа одна из переменных не отличается в разных группах.
- На рис.4 наибольший вклад в предсказание зависимой переменной вносит Ва
- На рис.5 показано бимодальное распределение

Какая из независимых переменных вносит наименьший вклад в предсказание зависимой переменной Ag?

Итоги регрессии для зависимой переменной: Ag (спектралка)						
Итоги регрессии для зависимой переменной: Ag (спектралка) R= .86200867 R2= .74305894 Скорректир. R2= .73603321 F(7,256)=105.76 p<0.0000 Станд. ошибка оценки: .16553						
	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(256)	p-уров.
Св. член			0.157030	0.033527	-4.68368	0.000005
V	0.202191	0.063350	0.004856	0.001522	3.19164	0.001591
Mo	0.320491	0.047294	0.093100	0.013739	6.77658	0.000000
Pb	0.182695	0.040446	0.027577	0.006105	4.51701	0.000010
Cd	0.206738	0.046116	0.137634	0.030701	4.48304	0.000011
Co	-0.153904	0.034884	-0.039695	0.008997	-4.41189	0.000015

- Ванадий
- Молибден
- Свинец
- Кадмий
- Кобальт

С данными, измеренными в какой шкале нельзя выполнить кластерный анализ ?

- В номинальной
- В порядковой
- В интервальной
- В относительной
- Кластерный анализ можно выполнять с данными, измеренными в любой шкале

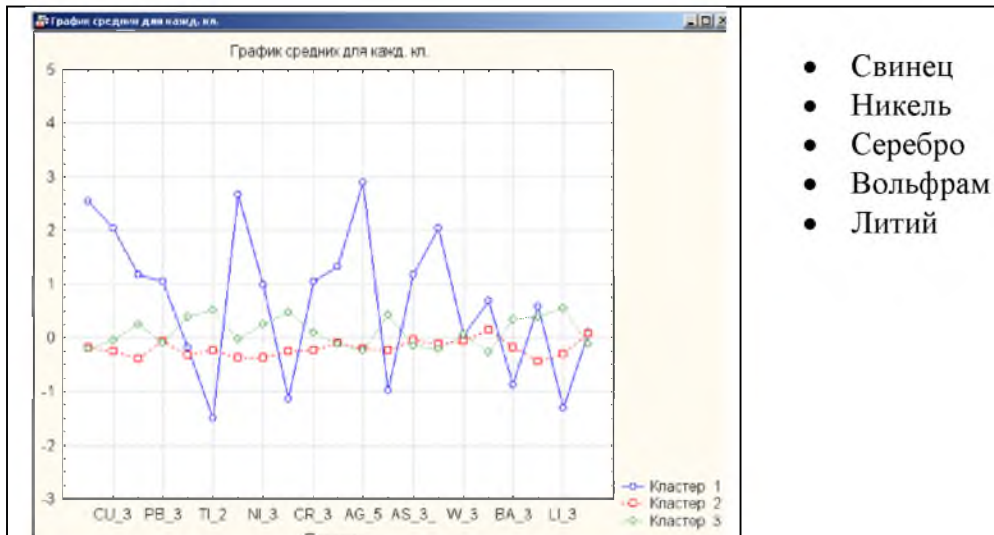
Какие требования предъявляет к данным кластерный анализ ?

- Отсутствие выбросов
- Данные должны быть измерены в интервальной или относительной шкалах
- Переменные должны быть нормированы
- Распределение переменных должно быть близко к нормальному

Какие требования предъявляет к данным анализ главных компонент ?

- Переменные должны быть нормированы
- Не должно быть сильных выбросов
- Объекты должны иметь координатную привязку.
- Количество объектов должно быть не меньше количества переменных

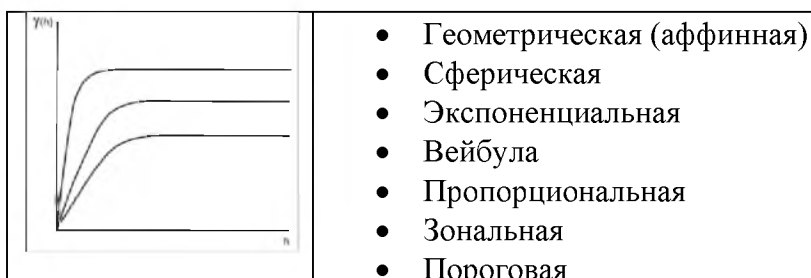
Какая из перечисленных переменная вносит наименьший вклад в классификацию данных?



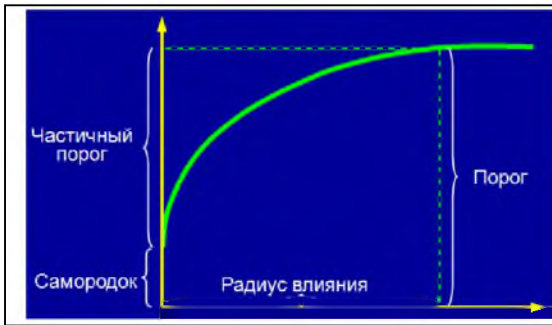
Выберите статистические методы, с помощью которых можно сравнить средние значения 2-х групп ?

- t-критерий Стьюдента
- Кластерный анализ
- Дисперсионный анализ
- Непараметрический критерий Манна-Уитни
- Регрессионный анализ

Как называется анизотропия ?

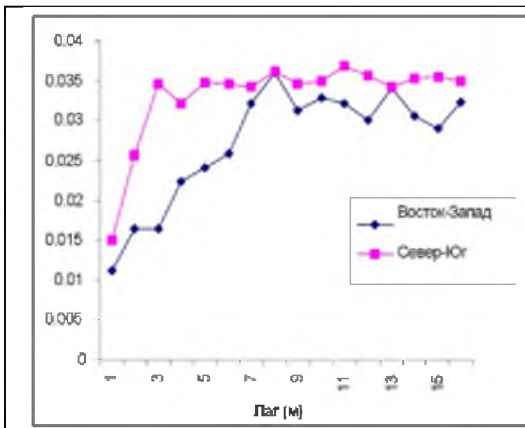


По оси X откладываются расстояния, а по оси Y...



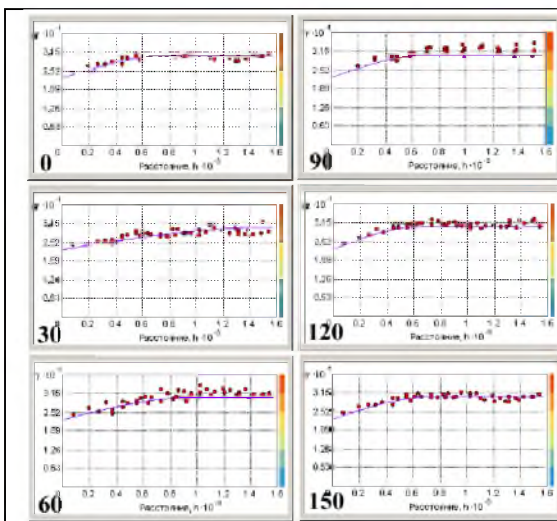
- Средние значения
- Коэффициент вариации
- Полудисперсия
- Коэффициент корреляции
- Ковариация
- коэффициент детерминации

Как называется анизотропия ?



- Геометрическая (аффинная)
- Сферическая
- Экспоненциальная
- Вейбула
- Пропорциональная
- Зональная
- Пороговая

Выберите направление наименьшей изменчивости признака.



- азимут 0
- азимут 30
- азимут 60
- азимут 90
- азимут 120
- азимут 150

Какие методы интерполяции нельзя использовать для переменной, измеренной в номинальной шкале?

- Универсальный кригинг
- Обратных расстояний
- Триангуляция с линейной интерполяцией

- Ближайшего соседа
- Сплайн

Какой метод интерполяции можно использовать для переменной, измеренной в порядковой шкале?

- Универсальный кригинг
- Обратных расстояний
- Триангуляция с линейной интерполяцией
- Ближайшего соседа
- Переменные, измеренные в порядковой шкале нельзя интерполировать

Оценка тестирования.

Тестирование проводится еженедельно в начале каждого занятия. Учащимся предлагается ответить на 10 вопросов в течении 10 минут. Оценкой является процент правильных ответов. Максимальная оценка за каждый вопрос 10%. В вопросах с множественными ответами: если выбраны не все правильные ответы, рассчитывается доля выбранных ответов; если выбран неправильный ответ, оценка за вопрос = 0%. Для рубежной и промежуточной аттестаций суммарный процент, набранный учащимся, пересчитывается на баллы в соответствии с таблицей паспорта оценочных средств.

Билеты к зачёту с оценкой.

Билет № 1.

1. Способы изображения поверхностей и геологических полей (геофизических, геохимических...). Методы интерполяции (метод обратных расстояний – IDW, триангуляция с линейной интерполяцией, кригинг, сплайн, полиномиальная регрессия). Примеры геологических задач (построение структурных карт, метод схождения, тренд-анализ). Программы для построения поверхностей.

2. В файле 1.xls приведены результаты химического анализа проб, отобранных из четвертичных отложений для изучения вторичного ореола рассеяния элементов индикаторов Cu-Mo оруденения.

Постройте карту изоконцентраций Cu, выделите на ней участки с аномальным содержанием Cu на уровне значимости 0.05, определите с какими элементами Cu связана положительной корреляционной зависимостью.

Билет № 2.

1. Двумерная статистическая модель. Ковариация, корреляция, линейная регрессия. Коэффициент корреляции Пирсона и Спирмена.

Примеры геологического применения двумерной статистической модели.

2. По данным файла 2_p.xls составьте уравнение регрессии для оценки плотности дунитов (R_0) по скоростям продольных волн (V_p).

Билет № 3.

1. Меры положения и меры формы функций вероятности (мода, медиана, среднее значение, взвешенное среднее значение, размах, интерквартильная широта, дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации, асимметрия, эксцесс). Формулы для вычисления взвешенного среднего, дисперсии, стандартного отклонения, коэффициента вариации.

2. По данным файла 3.xls для каждого свойства отдельно для дунитов (d) и гарцбургитов (h):
а) получить описательные статистики, включая 95% доверительный интервал среднего значения; б) построить гистограммы и провести тест на нормальность распределения и наличия выбросов.

Билет № 4.

1. Выделение аномальных значений.

2. По данным, приведённым в проекте 4.mxd (в папке 4) определите минимально-аномальное содержание Pb для единичной пробы и для 2.9 смежных проб.

Билет № 5.

1. Точечная оценка погрешности (ошибки) среднего значения (стандартная ошибка среднего, относительная погрешность среднего, формулы для их вычисления). Интервальная оценка математического ожидания случайной величины. Графическое представление интервальной оценки математического ожидания случайной величины.

2. По данным таблицы рассчитать 97.5% доверительный интервал среднего значения.

Среднее выборки (\bar{x})	2.81
Дисперсия выборки (S^2)	0.020035862
Объем выборки (N)	146

Билет № 6.

1. Интегральная функция вероятности. Квартили и квантили распределения, определение вероятности с использованием интегральной функции. Примеры использования в геологии.

3. В таблице (файл 6.docx) приведены результаты опробования хромитового рудного тела. Требуется определить:

1. нижнюю границу ураганных значений (по квантили 99,5%);
2. долю рудного тела с содержанием $Cr_2O_3 > 7\%$

Билет № 7.

1. Метод глобального полинома в анализе геологических полей.

2. По данным файла 7_p.dat построить карту подошвы цементных мергелей методом схождения.

Билет № 8.

1. Метод главных компонент и факторный анализ. Задачи факторного анализа. Исходные данные. Выбор переменных. Преобразование данных, главные оси, факторные нагрузки. Выбор количества факторов. Вращение факторов. Принцип простой структуры переменных.

2. В проекте ArcGis 8.mxd приведены результаты химического анализа опробования донных отложений центральной части Войкаро-Сыньинского ультраосновного массива и его обрамления (Полярный Урал).

С помощью факторного анализа провести геохимическое районирование территории. (выделить зоны в проекте ArcGis 8.mxd и привести их геохимическую специализацию).

Билет № 9.

1. Кластерный анализ. Меры сходства между объектами (формулы для вычисления Евклидова расстояния, Манхэттенского расстояния, процента несогласия). Иерархическая и итерационная кластеризация. Примеры использования в геологии.

2. В файле 9.xlsx приведены результаты опробования разведочных скважин на платиновом рудопоявлении. Содержания Pt, Pd, Au и Ag приведены в граммах на тонну (g_t); содержания Ni, Cu и S - в процентах (proc).

Требуется с помощью кластерного анализа (иерархической кластеризации) выявить ассоциации минералов для решения вопроса о возможной стадийности рудообразования.

Билет № 10.

1. Нормальное распределение. Параметры нормального распределения, графики функции плотности вероятности и интегральной функции вероятности нормального распределения. Соотношение моды, медианы и математического ожидания нормального распределения. Стандартное нормальное распределение. Стандартизация данных. Коэффициенты вероятности.

2. По данным файла 10.docx определите вероятности событий.

Билет № 11.

1. Методы анализа последовательности данных (зонирование, фильтрация, гармонический анализ, автокорреляция и взаимная корреляция).

2. Составьте уравнение регрессии для пересчёта данных времени возврата сейсмических волн (файл сейсмика.xls) на глубину (файл скважины.xls).

Билет № 12.

1. t-распределение Стьюдента, его параметры, использование при проверки статистических гипотез. Пример применения в геологии (внешний контроль).

2. В файле 12.xls приведены данные по плотности (ρ_0), степени серпентинизации (sp-sum), пористости (ρ_{pist}) и скоростям продольных волн (V_p) для дунитов (d) и гарцбургитов (h) массива ультраосновных пород.

Определить по каким из этих свойств дуниты отличаются от гарцбургитов.

Билет № 13.

1. Математическая модель множественной линейной регрессии (формула). Частные и стандартизированные коэффициенты регрессии. Коэффициент детерминации. Проверка значимости модели множественной регрессии (схема дисперсионного анализа для оценки значимости множественной регрессии).

2. В файле 13.xls приведены результаты химического анализа опробования донных отложений одного из района Полярного Урала на 30 элементов. Pt и Pd определялись не во всех точках. Оценить возможность прогнозирования по уравнению регрессии содержаний Pt и Pd в точках, где их содержания не определялись.

Билет № 14.

1. Детерминированные модели геологических полей (пространственной переменной). Триангуляция с линейной интерполяцией. Модель обратных расстояний – формула для вычисления весовых коэффициентов. Способы поиска ближайших точек. Пример расчёта значения методом обратных расстояний.

2. Построить карту изоконцентраций (изолиний) содержания Cu по данным файла 14_p.xls

Билет № 15.

1. Однофакторный дисперсионный анализ. Цель дисперсионного анализа, математическая модель (формула). Отличие от t-критерия. Факторы, уровни факторов. Дисперсия эффекта (межгрупповая – SS_{BG}) и дисперсия ошибки (внутригрупповая - SS_{WG}). Схема однофакторного дисперсионного анализа. F-критерий Фишера. Условия применения дисперсионного анализа и последствия их нарушения.

2. В файле 15_p.xls приведены результаты опробования коры выветривания на месторождении Ni руд. Используя коды пород, выделите группы, внутри которых средние содержания Ni не имеют существенных различий.

Билет № 16.

1. Показатели связи двух величин – ковариация (формула оценки ковариации по выборке), коэффициент линейной корреляции Пирсона (формула для оценки коэффициента корреляции по выборке), пределы изменения (привести графики для положительного, нулевого и отрицательного коэффициента корреляции), оценка значимости коэффициента корреляции. Влияние выбросов и неоднородности выборки на величину коэффициента корреляции Пирсона, способы их обнаружения (показать на графиках). Условия применения коэффициента корреляции.

2. В файле 16.doc приведены плотность ($г/см^3$), степень серпентинизации (%) и код (d-дуниты; h-гарцбургиты) ультраосновных пород Войкаро-Сыньинского гипербазитового массива на Полярном Урале. По этим данным требуется оценить плотность несерпентинизированных (серпентинизация=0%) дунитов и гарцбургитов.

Билет № 17.

1. Формы представления данных (табличная и графическая). Гистограммы, построение гистограмм, выбор размера интервала, частота, частость, примеры гистограмм для разных шкал измерений. Какие геологические задачи можно решать с помощью анализа гистограмм?

2. По данным файла 17.xls для каждого свойства отдельно для дунитов (d) и гарцбургитов (h) построить гистограммы и провести тест на нормальность распределения.

Билет № 18.

1. Схема проведения статистического анализа: формулировка нулевой и альтернативной гипотез; выбор статистического критерия; установление объёма выборки и определение малой вероятности (уровня значимости); определение статистики критерия; определение критической области; принятие решения. Ошибки первого и второго рода.
 2. По данным, приведённым в файле 18.doc сравните количество граней в базальтах и глинах с помощью критерия Колмогорова – Смирнова.
-

Билет № 19.

1. Двумерная статистическая модель. Условное математическое ожидание и условная дисперсия, линия регрессии, линейная и нелинейная регрессия. Уравнения линейной регрессии (X на Y и Y на X). Примеры использования линейной регрессии в геологии.
 2. Используя данные файла 19_p.xlsx оценить возможность применения корреляционного метода подсчета запасов попутного компонента (A_g) по результатам анализов на основные компоненты. В случае положительной оценки, составьте уравнения регрессии для прогнозирования содержания попутного компонента по содержанию основных.
-

Билет № 20.

1. Распознавание образов. Отбор информативных свойств. Дискриминантный анализ. Предположения дискриминантного анализа.
 2. В файле 20.xls приведены результаты геохимического опробования подпочвенного слоя по 2-м профилям. Для большинства точек опробования по геологическим данным установлены коренные породы (серпентиниты, кремнистые породы, долериты). Для остальных точек коренные породы неизвестны.
Задание: дать прогноз относительно коренных пород для точек, в которых коренные породы не установлены.
-

Билет № 21.

1. Геостатистическая модель пространственной переменной. Вариограмма. Эффект самородка, радиус влияния, порог. Построение эмпирической вариограммы. Выбор размера лага. Моделирование вариограмм.
2. По данным файла 21.xls построить карту изолиний максимальной температуры в Австралии на 1 декабря 2008 г. геостатистическим методом.

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование геологических задач» проводится по итогам обучения и является обязательной.

Итоговая оценка учитывает совокупные результаты контроля знаний. Знания, умения, навыки обучающегося оцениваются в соответствии БРС.

Критерии оценки:

Каждый билет содержит 1 теоретический вопрос и 1 практическое задание (задачу).
Максимальная оценка 25 баллов.

Оценка за практическое задание:

Критерий	Оценка
Задача решена. Получен правильный ответ.	8
Превышен лимит времени, отведённый на решение задачи	- 2
Выбран наилучший метод решения.	+ 1
Проведена проверка выполнения условий применения выбранного метода.	+ 3
Приведена оценка статистической значимости полученного решения.	+ 2
Решение иллюстрировано графическими материалами (карты, диаграммы)	+ 1

Максимальная оценка

15

Примечания:

если задача не требует критерия, баллы за него добавляются автоматически.

если задача не решена, учащийся не допускается к ответу на теоретический вопрос и получает общую оценку 0.

Оценка за теоретический вопрос:

Критерии оценки ответа	Баллы		
	Ответ не соответствует критерию	Ответ частично соответствует критерию	Ответ полностью соответствует критерию
Ответ является верным	0	1	2
Обучающийся дает ответ без наводящих вопросов экзаменатора	0	0,5	1
Обучающийся практически не пользуется подготовленным черновиком	0	0,5	1
Ответ показывает уверенное владение обучающего терминологическим и методологическим аппаратом дисциплины	0	1	2
Ответ имеет четкую логичную структуру	0	1	2
Ответ показывает понимание обучающимся связей между предметом вопроса и другими разделами дисциплины и/или другими дисциплинами	0	1	2

Максимальная оценка

10 баллов

Таблица соответствия баллов и оценок при аттестации

Баллы	Традиционные оценки	Оценки ECTS
95-100	<i>Отлично 5</i>	A
86-94		B
69-85	<i>Хорошо 4</i>	C
61-68	<i>Удовлетворительно 3</i>	D
51-60		E
31-50	<i>Неудовлетворительно 2</i>	FX
0-30		F
51 - 100	Зачёт	Passed