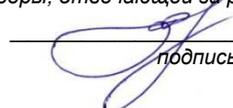


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины


Зинюков Ю.М.
подпись, расшифровка подписи
31.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.13 Математическая статистика в гидрогеологии и инженерной геологии

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 05.03.01 «Геология»
- 2. Профиль подготовки:** поиски, разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
- 6. Составители программы:** Бочаров Виктор Львович, д.г.-м.н., профессор
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 9 от 29.05.2023
- 8. Учебный год:** 2025 - 2026 **Семестр(ы):** 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является изучение бакалаврами методов математической статистики, применяемые при гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить одномерные и многомерные методы математической статистики;
- исследовать возможности и ограничения математико-статистических методов в решении гидрогеологических и инженерно-геологических проблем;
- научиться использовать пакеты прикладных программ по математической статистике для решения конкретных геологических задач.

10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Данная дисциплина является факультативом. Требование к входным знаниям, умениям и навыкам по дисциплине: бакалавры должны обладать знаниями базовых дисциплин и дисциплин гидрогеологического и инженерно-геологического цикла (Водные ресурсы, Гидрогеология, Основы инженерной геологии). Дисциплина предшествует таким дисциплинам гидрогеологического и инженерно-геологического цикла как «Динамика подземных вод», «Геотехническое моделирование», «Инженерная геодинамика».

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-5	Способен применять современные цифровые технологии при решении гидрогеологических и инженерно-геологических задач	ПК-5.1	Решает стандартные гидрогеологические и инженерно-геологические задачи с использованием геоинформационных технологий	<u>Знать</u> : одномерные и многомерные методы математической статистики, пакеты прикладных программ для решения конкретных задач <u>Уметь</u> : использовать теоретические знания и методы математической статистики в практической работе гидрогеологов и инженеров-геологов <u>Владеть</u> : методами математической статистики в практической работе гидрогеологов и инженеров-геологов, методами решения стандартных задач с использованием геоинформационных технологий

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72

Форма промежуточной аттестации – зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ 5		
Аудиторные занятия	32	32		
в том числе:	лекции	16	16	
	практические	16	16	
	лабораторные			

Самостоятельная работа	40	40
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час., зачет 0 час.)	0	0
Итого:	72	72

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Геология и математика	<p>Методологические принципы применения математических методов в гидрогеологии и инженерной геологии.</p> <p>Гидрогеологические и инженерно-геологические данные, объекты изучения, решаемые задачи. О природе случайности и случайной изменчивости геологических данных. Гидрогеологические, инженерно-геологические модели и их математическое представление.</p>	
1.2	Простейшие математические преобразования	<p>Генеральная и выборочные совокупности. Способы отбора данных и формирования выборочных совокупностей. Таблицы распределения. Абсолютные, относительные и относительные накопленные частоты. Графическое представление распределений. Гистограммы, полигоны частот, кумулятивные кривые, эмпирические кривые распределений. Решение прикладных задач.</p> <p>Статистические оценки гидрогеологических и инженерно-геологических данных. Средние значения: среднее арифметическое, медиана, мода, среднее геометрическое, среднее гармоническое. Меры рассеивания: размах варьирования, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации. Решение прикладных задач.</p>	
1.3	Математическое описание. Законы распределения	<p>Математическое описание гидрогеологических и инженерно-геологических объектов. Теоретические распределения. Нормальное, логарифмически нормальное, равномерное, биномиальное распределения, распределение Пуассона. Основные параметры. Проверка соответствия эмпирических распределений теоретическим законам. Доверительные интервалы статистических характеристик гидрогеологических и инженерно-геологических данных. Решение прикладных задач.</p>	
1.4	Математическое сравнение	<p>Сравнение гидрогеологических и инженерно-геологических объектов по выборочным данным. Принадлежность крайних значений эмпирических распределений к исследуемой совокупности. Сравнение средних значений. Сравнение дисперсий. Сравнение коэффициентов вариации. Критерии Стьюдента, Фишера, Пуассона, Колмогорова, Пирсона, Мак-Кея. Сравнение эмпирических распределений с теоретическими.</p> <p>Использование непараметрических критериев сравнения Ван дер Вардена, Уилкоксона, знаков. Критерий для выделения аномальных значений. Оценка результатов сравнений. Решение прикладных задач.</p>	
1.5	Математическое изучение	Изучение зависимости между гидрогеологическими	

	сопряженности количественных признаков	и инженерно-геологическими данными. Дисперсионный анализ, условия использования. Однофакторный анализ. Оценка результатов. Двухфакторный анализ. Оценка результатов. Решение прикладных задач. Корреляционный анализ. Эмпирическая ковариация. Парная (линейная) корреляция. Корреляционное отношение. Оценка парного коэффициента корреляции. Решение прикладных задач. Частная и множественная корреляции. Частная и множественная меры определенности. Статистики для порядковых и качественных признаков. Корреляция рангов. Коэффициент взаимной сопряженности. Решение прикладных задач. Регрессионный анализ. Понятия и задачи. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Метод коэффициентов корреляции. Нелинейная регрессия. Линеаризация уравнений. Множественная регрессия. Оценка полученной зависимости. Решение прикладных задач.	
1.6	Пространственно-статистический анализ	Последовательности гидрогеологических и инженерно-геологических данных. Сплаины. Простые и сегментированные последовательности. Вариограммы. Решение прикладных задач. Точечный и универсальный крайгинг. Тренд. Поверхности тренда. Одномерный и многомерный тренд-анализ. Решение прикладных задач.	
1.7	Математическое разделение	Анализ многомерных данных. Распознавание образов. Дискриминантные функции. Ковариационные матрицы. Решение прикладных задач.	
1.8	Математическое выделение	Кластерный анализ. Модификации кластерного анализа. Дендрограммы. Решение прикладных задач. Факторный анализ. Метод главных компонент. Модификации факторного анализа. Анализ главных координат. Решение прикладных задач.	
1.9	Компьютерные технологии	Пакеты прикладных программ обработки гидрогеологической и инженерно-геологической информации Перспективы использования математических методов при поисках, разведке и охране подземных вод, оценке их ресурсного потенциала, инженерно-геологических изысканиях под строительство зданий и сооружений.	
2. Практические занятия			
2.1	Геология и математика	Построить таблицы распределения выборочных совокупностей гидрогеологических и инженерно-геологических количественных данных, представить их графически, рассчитать статистические характеристики эмпирических распределений.	
2.2	Простейшие математические преобразования	Описать математически конкретные гидрогеологические и инженерно-геологические объекты, используя теоретические распределения случайных величин.	
2.3	Математическое описание	Сравнить гидрогеологические и инженерно-геологические объекты по комплексу количественных признаков на основе параметрических и непараметрических критериев сравнения.	
2.4	Математическое сравнение	Установить сопряженность количественных признаков в гидрогеологических и инженерно-геологических объектах на основе использования	

		модификаций корреляционного статистического анализа.	
2.5	Математическое изучение сопряженности	С помощью модификаций регрессионного статистического анализа определить возможность сопряженного поведения количественных признаков вне пределов их аналитического определения.	
2.6	Пространственно-статистический анализ	Определить пространственную бифуркацию гидрогеологических и инженерно-геологических количественных характеристик путем построения поверхностного тренда.	
2.7	Математическое разделение	Построить дискриминантную функцию по эталонным объектам для распознавания вновь выявленных гидрогеологических и инженерно-геологических объектов.	
2.8	Математическое выделение	Определить принципиальное различие модификаций кластерного анализа и принципы построения дендрограмм по групповым коэффициентам связи гидрогеологических и инженерно-геологических признаков.	
2.9	Компьютерные технологии	Дать оценку математического и программного обеспечения обработки гидрогеологической и инженерно-геологической количественной 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	Геология и математика	1	1		2	4
1.2	Простейшие математические преобразования	1	1		3	5
1.3	Математическое описание	2	2		5	9
1.4	Математическое сравнение	2	2		5	9
1.5	Математическое изучение сопряженности	2	2		5	9
1.6	Пространственно-статистический анализ	2	2		5	9
1.7	Математическое разделение	2	2		5	9
1.8	Математическое выделение	2	2		5	9
1.9	Компьютерные технологии	2	2		5	9

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Обучающиеся должны использовать опубликованные учебно-методические пособия по курсу «Математическая статистика в гидрогеологии и инженерной геологии» и сопряженные с ним материалы из перечня основной и дополнительной литературы. Дополнительные ресурсы: электронный учебный курс с оперативно обновляемой информацией и цифровыми ресурсами (электронные программы курсов, электронные варианты учебных пособий и методических рекомендаций, варианты практических заданий, гиперссылки на интернет-ресурсы с быстрым доступом, презентации, тесты, кейс-задания, доступ к внешним видео-ресурсам в рамках электронной среды и др.). В рамках электронной учебной среды реализуется интерактивный вариант общения со студентами в режиме

онлайн (электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в электронно-образовательной среде университета на программной платформе LMS Moodle).

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для вузов / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2005. – 479 с.
2	Калинин Э.В. Инженерно-геологические расчеты и моделирование. Учебник / Э.В. Калинин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 256 с.
3	Лабушев М.Н. Математические методы и модели при решении геологических задач на ЭВМ. Конспект лекций / М.Н. Лабушев. – Красноярск: Красноярск. гос. ун-т цвет. мет. и золота, 2007. – 149 с.
4	Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии. Учебник / Г.С. Поротов. – СПб: СПб. гор. ин-т. (тех. ун-т), 2006. –223 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Вероятности и математическая статистика. Энциклопедия / Под. ред. Ю.В. Прохорова. – М.: БРЭ, 1999. – 910 с.
6	Девис Дж.С. Статистический анализ данных в геологии. Пер. с англ. / Дж.С. Девис. – М.: Недра, 1990. – Кн. 1 – 319 с., Кн. 2 – 327 с.
7	Каждан А.Б. Математические методы в геологии. Учебник для вузов / А.Б. Каждан, О.И. Гуськов. – М.: Недра, 1990. – 284 с.
8	Кендалл М.Дж. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М.Дж. Кендалл, А. Стьюарт. – М.: Наука, 1976. – 736 с.
9	База знаний: Гидрогеология, инженерная геология, геоэкология. Версия.7.14. Лицензионное соглашение №SW85-38UZ-XWRE-1241 на пользование программным продуктом (компакт-диск)

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

№ п/п	Ресурс
9	ЭБС "Университетская библиотека online" https://biblioclub.ru
10	Научная электронная библиотека https://elibrary.ru/
11	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
12	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
13	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) http://rucont.ru
14	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru
15	Электронный учебный курс: Математическая статистика в гидрогеологии и инженерной геологии - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=
16	Бесплатный некоммерческий справочно-образовательный портал для геологов, студентов-геологов http://www.geokniga.org/
17	Бесплатный некоммерческий портал с научно-популярной и учебной литературой по геологии http://www.jurassic.ru/amateur.htm

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии. Учебник / Г.С. Поротов. – СПб: СПб. гор. ин-т. (тех. ун-т), 2006. –223 с.
2	База знаний: Гидрогеология, инженерная геология, геоэкология. Версия.7.14. Лицензионное соглашение №SW85-38UZ-XWRE-1241 на пользование программным продуктом (компакт-диск)
3	ГИС-Атлас «Недра России» - [Электронный ресурс] - http://atlaspacket.vsegei.ru/#9fab3e7b31cb53738

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

Программа курса реализуется с применением дистанционных технологий (электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в электронно-образовательной среде университета на программной платформе LMS Moodle)

№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, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации): специализированная мебель и инвентарь, Компьютеры ПК PET WS Celeron 430 1800/512 RAM/160 GB HDD/S775 ASUS P5KPL-AM (10 шт.), Scanner MUSTEK ScanExpress A3 SP

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	Геология и математика	ПК-5	ПК 5.1	Тестовое задание
2	Простейшие математические преобразования	ПК-5	ПК 5.1	Тестовое задание Практическое задание
3	Математическое описание	ПК-5	ПК 5.1	Тестовое задание Практическое задание
4	Математическое сравнение	ПК-5	ПК 5.1	Тестовое задание Практическое задание
5	Математическое изучение сопряженности	ПК-5	ПК 5.1	Тестовое задание Практическое задание
6	Пространственно-статистический анализ	ПК-5	ПК 5.1	Тестовое задание Практическое задание
7	Математическое разделение	ПК-5	ПК 5.1	Тестовое задание Практическое задание
8	Математическое выделение	ПК-5	ПК 5.1	Тестовое задание Практическое задание
9	Компьютерные технологии	ПК-5	ПК 5.1	Тестовое задание Практическое задание

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень вопросов Комплект КИМ

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

20.1. Текущий контроль успеваемости

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

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме оценки практических заданий, лабораторных работ, тестирования и др.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Тестовые задания

Тест-1-Зачет реализуется в электронной образовательной среде MOODLE

Тест состоит из 40 вопросов. Правильный ответ - 1 балл. Оценка и баллы:

5 - более 35 правильных ответов (баллов). В процентах 90-100%

4 - более 30 правильных ответов. В процентах 77-90%

3 - более 25 правильных ответов. В процентах 65-77%

2 - менее 25 правильных ответов (или несвоевременная отправка теста). В процентах 0-65%

Разрешено попыток: 2

Ограничение по времени: 20 мин.

Для оценивания результатов практических занятий используется шкала: «зачтено-не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся выполнил задание	<i>Зачтено</i>
Обучающийся не выполнил задание	<i>Не зачтено</i>

20.2. Промежуточная аттестация

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 степень умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Примеры вопросов к зачету

1. В чем отличие первичной и вторичной таблиц распределения?
2. Как строится кривая накопленных частот?

3. Как рассчитываются теоретические частоты нормального распределения?
4. В чем заключается специфика биномиального распределения?
5. Как можно сравнить дисперсии двух выборочных совокупностей в условиях нормального распределения?
6. Какой критерий используется для сравнения средних значений двух эмпирических совокупностей: а) в условиях равенства дисперсий; б) при значительном расхождении в дисперсиях?
7. Как выбрать оптимальный вариант корреляционного анализа двух количественных признаков?
8. В чем смысл и математическое выражение частной и множественной корреляции?
9. Существует ли зависимость между корреляционным и регрессионным анализами?
10. Существует ли возможность интерполяции установленной корреляционной зависимости вне области исходных значений переменных, используемых для построения уравнения регрессии?
11. В чем заключается смысл пространственно-статистического анализа?
12. С помощью какой формулы определяется изучаемая величина при площадном тренд-анализе?
13. Что собой представляет линейная дискриминантная функция?
14. Какие простые алгоритмы можно использовать при распознавании гидрогеологических и инженерно-геологических объектов?
15. В чем заключается принципиальное различие кластерного и дискриминантного анализов?
16. Сопоставимы ли результаты, получаемые по R- и Q- модификациям кластерного анализа?
17. Какие пути возможны для расширения программного метода распознавания объектов?
18. Возможно ли предусмотреть в математическом и программном обеспечении распознавание объектов не по отдельным признакам, а их сочетанием?
19. В чем смысл понятия «информативность признаков»?
20. В чем заключается специфика биномиального распределения?

Зачет может приниматься в письменной форме с последующим устным ответом на вопросы, может быть выставлен по результатам текущих аттестаций, по результатам выполнения практических занятий и индивидуальных заданий. При реализации курса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий допускается только устная форма ответа или тестирование.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется шкала: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, допускает ошибки при решении практических задач	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен дать ответ на дополнительный вопрос, не умеет применять теоретические знания при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при решении практической задачи	–	<i>Не зачтено</i>

20.3. Фонд оценочных средств сформированности компетенций (перечень заданий)

ПК-5 Способен применять современные цифровые технологии при решении гидро-геологических и инженерно-геологических задач

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

ЗАДАНИЕ 1. Статистика одной переменной - это

- **Среднее арифметическое (математическое ожидание)**
- Корреляция
- Дисперсия

ЗАДАНИЕ 2. Статистика двух и более переменных

- **Корреляция**
- Среднее арифметическое (математическое ожидание)
- Доверительный интервал.

ЗАДАНИЕ 3. Что характеризует частота?

- **Количество точек наблюдений**
- Сумма всех значений случайной величины
- Максимальное значение случайной величины

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

ЗАДАНИЕ 1. Дисперсия характеризует меру разброса значений ... величины.

Ответ: случайной

ЗАДАНИЕ 2. Средние значения распределения случайной величины сравниваются с помощью критерия

Ответ: Стьюдента.

ЗАДАНИЕ 3. Дисперсия распределения случайной величины сравнивается с помощью критерия

Ответ: Фишера

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

ЗАДАНИЕ 1. Корреляция случайных величин.

Ответ: Корреляция или **корреляционная зависимость** — статистическая взаимосвязь двух или более случайных величин (либо величин, которые можно с некоторой допустимой степенью точности считать таковыми). При этом изменения значений одной или нескольких из этих величин сопутствуют систематическому изменению значений другой или других величин.

Значительная корреляция между двумя случайными величинами всегда является свидетельством существования некоторой статистической связи в данной выборке, но эта связь не обязательно должна наблюдаться для другой выборки и иметь причинно-следственный характер. Часто заманчивая простота корреляционного исследования подталкивает исследователя делать ложные интуитивные выводы о наличии причинно-следственной связи между парами признаков, в то время как коэффициенты корреляции устанавливают лишь статистические взаимосвязи. В то же время, отсутствие корреляции между двумя величинами ещё не значит, что между ними нет никакой связи.

Математической мерой корреляции двух случайных величин служит коэффициент корреляции **R** (или **r**).

"Корреляция" в прямом переводе означает "соотношение". Если изменение одной переменной сопровождается изменением другой, то можно говорить о корреляции этих переменных. Наличие корреляции двух переменных ничего не говорит о причинно-следственных зависимостях

между ними, но дает возможность выдвинуть такую гипотезу. Отсутствие же корреляции позволяет отвергнуть гипотезу о причинно-следственной связи переменных.

Различают несколько интерпретаций наличия корреляционной связи между двумя измерениями:

1. Прямая корреляционная связь. Уровень одной переменной непосредственно соответствует уровню другой.

2. Корреляция, обусловленная третьей переменной. Две переменные (а, с) связаны одна с другой через третью (в), не измеренную в ходе исследования. По правилу транзитивности, если есть $R(a, b)$ и $R(b, c)$, то $R(a, c)$.

3. Случайная корреляция, не обусловленная никакой переменной.

Критерии и шкалы оценивания заданий для оценки сформированности компетенций:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

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

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

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

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

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

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