

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Сибирская школа геонаук»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №29 от 10 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ГЕОСТАТИСТИКА»

Специальность: 21.05.03 Технология геологической разведки

Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых

Квалификация: Горный инженер-геофизик

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Ланько Анна Викторовна Дата подписания: 24.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Ланько Анна Викторовна Дата подписания: 24.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Паршин Александр Вадимович Дата подписания: 25.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Геостатистика» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-6 Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты	ОПК-6.3
ОПК-8 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения и обработки информации, используя навыки работы с компьютером как средством управления информацией	ОПК-8.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-6.3	Способен работать с программным обеспечением специального назначения для обработки, статистического анализа и моделирования геоданных	Знать Основные виды и возможности профессионального программного обеспечения для обработки и анализа геологических данных (например, ГИС, геостатистические пакеты, специализированные модули для моделирования). Принципы статистического анализа и моделирования геоданных, методы пространственной интерполяции, визуализации и картографирования. Уметь Применять методы статистического анализа для выявления закономерностей и аномалий в геологических данных. Строить карты, разрезы, проводить пространственное моделирование и визуализацию результатов анализа. Владеть Навыками работы с интерфейсом и инструментами выбранного программного обеспечения для геоданных. Техниками статистического моделирования и интерпретации результатов в профессиональных программах.
ОПК-8.7	Используя навыки работы с компьютером как средством управления информацией	Знать Основные виды, источники и форматы геоданных. Методы получения, хранения,

	применяет основные методы и способы получения, хранения и обработки геоданных	структурирования и обработки геоинформации. Принципы организации и управления цифровыми базами геоданных. Базовые функции офисных и специализированных программ для работы с геоинформацией Уметь Получать геоданные из различных источников (базы данных, интернет-ресурсы, приборы). Хранить, систематизировать и резервировать геоданные с помощью компьютерных средств. Обрабатывать и анализировать геоданные с использованием офисных и специализированных программ. Оформлять результаты обработки в виде таблиц, графиков, карт и отчётов. Владеть Навыками работы с компьютером для управления информацией и геоданными. Приёмами ввода, редактирования, хранения и поиска информации в цифровых базах данных. Техниками представления и визуализации геоданных с помощью программных средств. Навыками подготовки и оформления цифровых отчётов и презентаций по обработанным геоданным
--	---	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Геостатистика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы регистрации и обработки геолого-геофизических данных»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Геофизические исследования скважин», «Теория ФГМ», «Основы научных исследований», «Оптимизация в геологоразведочном производстве»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5

Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	32	32
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	24	24
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в геостатистику	1	2							Устный опрос
2	Типы геоданных и методы их получения	2	2	1	2			3	2	Устный опрос
3	Основы описательной статистики в геонауках	3	4	2	2			3	2	Устный опрос
4	Корреляционный и регрессионный анализ в геостатистике	4	6	3, 4	4			3	2	Устный опрос
5	Основы пространственного анализа и интерполяции	5	6	5	2			1, 2	7	Устный опрос
6	Геостатистические модели и их применение	6	4	6	2					Устный опрос
7	Статистический анализ и визуализация геоданных с помощью ПО	7	6	7	2			3	2	Устный опрос
8	Современные тенденции и задачи геостатистики	8	2	8	2			2, 4	9	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32		16				24	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в геостатистику	Понятие и задачи геостатистики Роль геостатистики в геонауках и инженерной практике Основные этапы геостатистического анализа
2	Типы геоданных и методы их получения	Виды геологических, геофизических и геохимических данных Источники и форматы геоданных Методы сбора, хранения и первичной обработки информации
3	Основы описательной статистики в геонауках	Основные статистические характеристики: среднее, дисперсия, стандартное отклонение Гистограммы, вариационные ряды, диаграммы распределения Применение описательной статистики к геоданным
4	Корреляционный и регрессионный анализ в геостатистике	Понятие корреляции и регрессии Методы выявления взаимосвязей между геологическими параметрами Примеры применения в геологических исследованиях
5	Основы пространственного анализа и интерполяции	Пространственные закономерности в геоданных Методы интерполяции: ближайший сосед, инверсное расстояние, кригинг Построение и анализ геостатистических карт
6	Геостатистические модели и их применение	Введение в моделирование геологических процессов Примеры простых и сложных геостатистических моделей Программное обеспечение для моделирования (обзор)
7	Статистический анализ и визуализация геоданных с помощью ПО	Обзор специализированных программ (ArcGIS, Surfer, Statistica и др.) Практические примеры обработки и визуализации данных Создание отчётов и карт на основе результатов анализа
8	Современные тенденции и задачи геостатистики	Новые методы и технологии в геостатистике Проблемы и перспективы развития Итоговое обсуждение, подготовка к лабораторным работам и зачёту

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
---	----------------------------------	----------------------------

1	Введение в работу с геостатистическими данными	2
2	Описательная статистика геоданных	2
3	Корреляционный анализ геологических параметров	2
4	Регрессионный анализ в геонауках	2
5	Пространственная интерполяция геоданных	2
6	Кригинг и основы геостатистического моделирования	2
7	Визуализация и анализ геоданных с помощью специализированного ПО	2
8	Итоговый анализ и оформление результатов	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	5
2	Подготовка к зачёту	7
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
4	Проработка разделов теоретического материала	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы выполняются в соответствии с учебным расписанием и программой дисциплины.

Перед началом каждой работы студент должен ознакомиться с теоретическим материалом по теме, изучить инструкции и подготовить необходимые данные.

По завершении каждой работы студент оформляет отчёт по установленной форме и сдает его на проверку преподавателю.

Структура выполнения лабораторной работы

Постановка цели и задач

Кратко сформулируйте цель лабораторной работы и основные задачи, которые предстоит решить.

Теоретическая часть

Кратко опишите основные понятия, методы и алгоритмы, используемые в работе.

Укажите, какое программное обеспечение и инструменты будут применяться.

Практическая часть

Выполните пошаговые действия согласно инструкции:

Подготовьте исходные данные (таблицы, массивы, карты и др.).

Проведите необходимые расчёты, анализ или моделирование с помощью рекомендованных программ.

Зафиксируйте промежуточные и итоговые результаты.

Анализ и интерпретация результатов

Проанализируйте полученные данные, сделайте сравнение с теоретическими ожиданиями.

Оформите результаты в виде таблиц, графиков, диаграмм, карт.

Выводы

Кратко сформулируйте основные выводы по результатам работы, отметьте выявленные закономерности и особенности.

Контрольные вопросы

Ответьте письменно на контрольные вопросы, предложенные преподавателем по теме лабораторной работы.

Оформление отчёта

Отчёт должен быть выполнен аккуратно, в электронном виде, с соблюдением структуры (цель, теория, ход работы, результаты, выводы, ответы на вопросы).

Все рисунки, таблицы и графики должны иметь подписи и нумерацию.

При использовании внешних источников обязательно указывать ссылки.

Примечание:

Конкретные инструкции и задания к каждой лабораторной работе выдаются преподавателем и могут содержать индивидуальные задания и примеры исходных данных.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Цель самостоятельной работы:

Закрепить и углубить теоретические знания, полученные на лекциях, а также развить навыки самостоятельного анализа и интерпретации геостатистических данных, используя основные разделы лекционного материала

Основные этапы самостоятельной работы

Изучение теоретических разделов

Ознакомьтесь с конспектами лекций и рекомендованной литературой по каждой теме курса.

Составьте краткие тезисы и выпишите основные термины, формулы, методы анализа.

Проработка примеров и задач

Решите предложенные преподавателем задачи и упражнения по каждой теме.

Проверьте правильность решений, проанализируйте ошибки и непонятные моменты.

Работа с дополнительной литературой и интернет-ресурсами

Используйте основную и дополнительную литературу, а также рекомендованные электронные ресурсы для углубления знаний.

Выпишите интересные примеры применения геостатистики в практике.

Контроль и оценка самостоятельной работы

Контроль осуществляется в форме устных опросов, тестирования и обсуждения на занятиях.

Критерии оценки: полнота и глубина проработки материала, самостоятельность анализа,

грамотность оформления, использование рекомендованных источников.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Контрольные вопросы:

Что такое пространственные переменные и случайные функции в геостатистике?

Объясните понятия математического ожидания и моментов второго порядка в линейной геостатистике.

Что такое стационарность и эргодичность случайной функции? В чем различие между строгой и второй порядковой стационарностью?

Какие предположения и ограничения существуют при применении геостатистических методов?

Опишите общую схему проведения геостатистического анализа и моделирования.

Что такое предварительная обработка пространственных данных? Какие процедуры она включает?

Объясните суть декластеризации и её роль в геостатистическом анализе.

Что такое вариограмма и как она используется для оценки пространственной связи?

Как строится экспериментальная вариограмма? Какие параметры при этом учитываются?

Что такое анизотропия в вариограммном анализе и как её выявляют?

Опишите основные базисные модели вариограмм и их характеристики.

Что представляет собой простой кригинг и в чем его особенности?

Чем отличается ординарный кригинг от универсального?

Какие параметры кригинга влияют на качество модели?

Как проводится оценка качества геостатистической модели?

Какие методы пространственной интерполяции используются в геостатистике?

Что такое пространственный тренд и как его выявляют и устраняют?

Как проверяется мультинормальность данных? Почему это важно?

Какие методы визуализации геостатистических данных применяются?

Каковы современные направления развития геостатистики и её применения в геонауках?

Критерии оценивания.

Полнота и точность ответа: насколько развернуто и корректно раскрыта суть вопроса, приведены ли основные определения, теории и методы, соответствующие теме.

Понимание ключевых понятий: демонстрация глубокого понимания геостатистических терминов и принципов, умение объяснять сложные концепции простыми словами.

Аргументация и логика изложения: последовательность, логичность и обоснованность изложения материала, наличие примеров или пояснений.

Связь с практическими аспектами: умение применять теоретические знания к реальным задачам, приводить примеры использования методов геостатистики.

Грамотность и стиль ответа: правильность терминологии, отсутствие грубых ошибок, ясность и краткость изложения.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК-6.3	полнота и правильность ответа; понимание и осознанность материала; логичность и последовательность изложения; корректность терминологии; способность отвечать на уточняющие вопросы	устное собеседование по теоретическим вопросам
ОПК-8.7	полнота и правильность ответа; понимание и осознанность материала; логичность и последовательность изложения; корректность терминологии; способность отвечать на уточняющие вопросы	устное собеседование по теоретическим вопросам

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К зачету допускаются студенты сдавшие все отчеты по лабораторным работам. Зачёт проводится в форме устного опроса или тестирования, включающего 5 вопросов — по одному из каждой основной темы курса. В некоторых случаях допускается комбинированная форма: тест + устный опрос.

Время на ответ ограничено, ответы должны быть чёткими, логичными и аргументированными.

Оценка выставляется по шкале (зачтено/незачтено) или по балльной системе с учётом полноты и правильности ответов.

Для зачёта необходимо продемонстрировать знание основных понятий, методов и умений интерпретировать результаты геостатистического анализа. В случае неудовлетворительного результата студенту предоставляется возможность пересдачи в установленные сроки. При повторном несдаче возможна дополнительная консультация и индивидуальное собеседование.

Пример задания:

Что такое метрика в пространстве и какое значение она имеет в геостатистике?

Объясните понятие пространственного разрешения и его влияние на анализ геоданных.

Что такое сеть мониторинга и как оценивается кластерность данных?

В чем заключается процедура декластеризации и почему она важна?

Опишите понятие пространственной непрерывности и её роль в геостатистическом

моделировании.

Что такое строгая и мягкая стационарность в контексте геостатистики?

Какие методы используются для проверки качества геостатистической модели?

В чем отличие детерминистических и геостатистических методов интерполяции?

Расскажите о методах линейной интерполяции и их применении.

Что такое полиномиальные методы интерполяции и где они используются?

Объясните метод базисных функций в пространственной интерполяции.

Как проводится кросс-валидация в геостатистическом анализе?

Какие особенности имеет пространственный корреляционный анализ?

Какова роль компьютерных технологий в развитии и применении геостатистики?

Приведите примеры практического применения геостатистики в геологоразведочной отрасли и экологии.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Оценка «Зачтено» свидетельствует о том, что студент освоил программу курса на уровне, необходимом для продолжения обучения и профессиональной деятельности. Студент получает оценку «Зачтено», если: Демонстрирует достаточный уровень знаний и понимания основных понятий, методов и терминологии курса. Даёт чёткие, логичные и обоснованные ответы на контрольные вопросы. Умеет применять теоретические знания к решению практических задач, приводит корректные примеры. Отвечает на вопросы полно и последовательно, без существенных ошибок и пробелов в знаниях. Соблюдает требования к оформлению и структуре лабораторных работ и представил все требующиеся отчеты.	Оценка «Незачтено» означает необходимость дополнительной подготовки, доработки материалов и повторной сдачи зачёта. Студент получает оценку «Незачтено», если: Не показывает достаточного уровня знаний по основным темам курса. Ответы содержат существенные ошибки, неполноту или несоответствие заданным вопросам. Не может обосновать свои ответы и применить теорию на практике. Имеются серьёзные нарушения требований к оформлению лабораторных работ или имеются не сданные отчёты Отсутствует готовность к самостоятельному решению учебных и профессиональных задач по дисциплине.

7 Основная учебная литература

1. Елисеева И. И. Общая теория статистики : учеб. для вузов по направлению и специальности "Статистика" / И. И. Елисеева, М. М. Юзбашев, 2008. - 654.
2. Елохин В. Р. Статистика. Терминологический словарь : монография / В. Р. Елохин, Т. А. Родзиковская, 2013. - 143.
3. Статистика : учебник / О. А. Бессчетная [и др.]; под общ. ред. А. Е. Суринова, 2005. - 650.
4. В. В. Демьянов, Е. А. Савельева. «Геостатистика: теория и практика». Издание 2010 года, Москва, издательство «Наука».

5. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики: монография / пер. с фр. — Москва: Мир, 1968. — 408 с.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Математические модели в геологии и геостатистика : сборник статей / отв. ред. И. В. Белов, 1973. - 182.
2. Математическая статистика на персональном компьютере (на основе программы Microsoft Excel) : практикум для студентов ф-та технологии и компьютеризации машиностроения / Иркут. гос. техн. ун-т, 1998. - 24.
3. Теория вероятностей и математическая статистика : респ. межвед. науч. сб. Вып. 22 / Киев. гос. ун-т им. Т. Г. Шевченко, 1980. - 160.
4. Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями : пер. с англ. / А. Хальд, 1956. - 664.
5. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента / Н. Джонсон, Ф. Лион; пер. с англ. под ред. Э. К. Лецкого, Е. В. Марковой, 1981. - 516.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Statistica for Windows v.6 Russian Education
2. StatSoft.Inc_Statistica for Windows v.6 Russian (№ Tr050343)_поставка 2010
3. StatSoft.Inc_Statistica for Windows 6.1 (1203d)
4. Statistica

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

3. Компьютерный класс