Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 04.12.2023 15:33:23
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
Урбанистики и городского хозяйства
_____ / Л.А. Марюшин /
“ 28 ” апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГЕОСТАТИСТИКА

Направление подготовки
21.05.04 «Горное дело»

Специальность
Маркшейдерское дело

Квалификация
Горный инженер (Специалист)

Формы обучения
Заочная

Москва, 2022 г

Разработчик(и):

Ст.преподаватель



/ Кузина А.В /

И.О. Фамилия

Согласовано:

Зав. кафедрой ТиТГиНП



/ Кузина А.В. /

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины- приобретение теоретических основ и развитие практических навыков анализа горно-геологической информации и принятия решений на основе геостатистических методов с целью моделирования месторождений полезных ископаемых и технологических процессов при эксплуатационной разведке и добыче минерального сырья, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов

Задачи дисциплины должны отражать теоретическую и практическую компоненты профессиональной деятельности и соответствовать планируемым результатам обучения.

Планируемые результаты обучения должны быть соотнесены с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.

Обучение по дисциплине «Геостатистика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-6. Способен применять методы анализа и знания закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ИОПК-6.1. Умеет анализировать информацию по геологическим и технологическим процессам при строительстве подземных сооружений ИОПК-6.2. Умеет проводить регламентированные методиками исследования технологических процессов при добыче и переработке твердых полезных ископаемых ИОПК-6.3. Умеет оценивать устойчивость незакрепленных горных выработок и подземных сооружений с учетом технологии выемки породы и выбирать при помощи анализа состояния массива способы и средства обеспечения нормального состояния подземных сооружений при минимальных капитальных и трудовых затратах

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дается описание междисциплинарных связей с обеспечивающими и последующими дисциплинами и практиками.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет __3__ зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.2. Заочная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			11	12
	Аудиторные занятия	**16**		
	В том числе:			
.1	Лекции	8		8
.2	Семинарские/практические занятия	8		8
.3	Лабораторные занятия			
	Самостоятельная работа	**92**		92
	В том числе:			
.1	Защита рефератов			
.2	Расчетные работы			
	Промежуточная аттестация			
	Зачет/диф.зачет/экзамен			
	Итого			108

Заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Основные понятия геостатистики. Случайные величины, пространственные переменные, случайные функции. Моменты, используемые в линейной геостатистике. Математическое ожидание и дисперсия. Понятие эргодичности пространственной переменной.		1				
1.1	Гипотеза стационарности. Строгая стационарность и стационарность второго порядка. Стационарность приращений. Понятия о многомерных гауссовских случайных функциях		1				
1.2	Условия, необходимые для применения геостатистических методов. Предварительный анализ и обработка пространственных данных. Визуализация выборки на базовой карте		1				
2.	Декластеризация.Обнаруже ние кластеров. Методы декластеризации. Проверка ограничений и предположений геостатистики. Статистическое описание данных;			2			
	Анализ пространственного тренда. Проверка мультинормальности. Вариограммный анализ данных. Поверхность вариограммы. Вариограмма по направлению		1				
	Ранг, порог, вложенные структуры. Поведение около нуля и эффект самородков. Анизотропия. Проявление присутствия дрифта			2			
	Моделирование вариограмм и их базисные модели. Параметрические и непараметрические виды вариограмм. Итеративное построение модели вариограммы		1				
	Методы геостатистического моделирования. Простой кригинг.			2			

	Кригинг с неизвестным математическим ожиданием. Оценка остатков методом ординарного кригинга						
Итого		**16**	**8**	**8**			

3.1 Содержание дисциплины

Введение. Исходные понятия. Статистические данные в географии, методы статистических измерений. Основные понятия математической статистики. Упорядочивание статистической информации. Описательная статистика. Математические методы и их значение в географических исследованиях. Специфика географических объектов как объектов статистического анализа. Схема планирования эксперимента. Понятие об испытаниях, событиях и величинах. Величины случайные и детерминированные. Объект исследования. Физическая совокупность и ее компоненты.

Статистическая совокупность. Генеральные совокупности. Объем совокупности. Шкалы измерений. Понятие о выборке. Репрезентативность и рандомизация. Таблица случайных чисел и ее использование для получения рандомизированной выборки. Группировка и ряды распределения. Классы. Абсолютные и относительные частоты. Графическое представление распределений. Представление распределений с помощью квантилей.

Вероятность. События невозможные и достоверные. Несовместимые события. Пересекающиеся события. Независимость событий. Распределение вероятностей. Распределение дискретных случайных величин. Распределение непрерывных случайных величин. Вариационная кривая. Константы и параметры распределений. Мода. Медиана. Среднее арифметическое. Центральные отклонения и свойства среднего. Правильность и систематические ошибки в географических исследованиях. Дисперсия. Стандартное отклонение и его свойства. Коэффициент вариации. Коэффициент асимметрии.

Закон нормального распределения и его особенности. Константы и их выборочные точечные оценки. Оценка моды, медианы и среднего арифметического. Лимиты и размах варьирования. Оценка дисперсии. Число степеней свободы. Оценка стандартного отклонения. Усреднение оценок дисперсий. Оценка коэффициента вариации, асимметрии, эксцесса. Ошибки репрезентативности. Ошибка среднего. Понятие о статистических гипотезах. Нулевая и альтернативная гипотезы. Критерии проверки гипотез. Доверительная вероятность и уровень значимости. Ошибки первого и второго рода. Законы распределений, используемые для проверки гипотез. Распределения Стьюдента, Фишера.

Статистический анализ единичной выборки. Анализ группы выборок. Выбраковка. Анализ вариации, асимметрии, эксцесса. Проверка нормальности распределения. Доверительный интервал и доверительные границы. Точность опыта и Представление результатов анализа, погрешность оценки среднего. Принципы

планирования необходимого объема выборки. Сравнение дисперсий. Сравнение средних.
Статистические выводы.

Дисперсионный анализ. Корреляция. Регрессионный анализ. Одно- и многофакторные дисперсионные комплексы. Условия применимости дисперсионного анализа. Связи функциональные и корреляционные. Корреляционное поле точек. Степень, форма, направление связей. Линейная связь. Коэффициент корреляции и коэффициент детерминации и их особенности. Частный коэффициент корреляции. Оценка значимости коэффициента корреляции. Уравнение регрессии. Коэффициенты регрессии и их смысл. Линейная регрессия. Статистическая значимость параметров уравнения регрессии и ее оценка. Уравнения регрессии и причинно-следственные отношения между признаками.

Новые математико-статистические методы в эколого-географических исследованиях. Кластер-анализ. Общие представления о классификации. Типы классификаций. R –анализ и Q – анализ. Методы кластер – анализа. Анализ времен

3.2 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

Курсом предусмотрено проведение 8 практических работ:

1. Основные статистические характеристики пространственной переменой;
2. Анализ изменчивости пространственной переменной методами теории случайных функции;
3. Анализ эргодичности, стационарности второго порядка и приращений пространственной переменной;
4. Анализ геометрической и структурной анизотропии. Выявление пространственного тренда;
5. Подбор модели вариограммы и оценка ее эффективности;
6. Оценка пространственной переменной при известном математическом ожидании. Простой Кригинг;
7. Оценка пространственной переменной при неизвестном математическом ожидании. обыкновенный Кригинг;
8. Оценка бинарной пространственной переменной при неизвестном математическом

3.3 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект не предусмотрен

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 22.08.2003 г. №122-ФЗ «О недрах».

2. РД-07-603-03. Инструкция по производству маркшейдерских работ. Утверждена постановлением Госгортехнадзора России №73 от 06.06.2003 г.

3. РД-07-604-03. Инструкция по маркшейдерскому учету объемов горных работ при добыче полезных ископаемых открытым способом. Утверждена постановлением Госгортехнадзора России №74 от 06.06.2003 г.

4. Орлов Г.В. Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием подземной разработки: учебное пособие для вузов. – М.: Горная книга, МГГУ, 2010. – 198 с.

5. Певзнер М.Е. Маркшейдерия./ М.Е. Певзнер, В.Н. Попов. – М.: Горная книга, МГГУ, 2006. – 419 с.

6. Попов В.Н. Геодезия и маркшейдерия./ В.Н. Попов, В.А. Букринский, П.Н. Бруевич. – М.: Горная книга, МГГУ, 2007. – 453 с.

7. Попов В.Н. Комментарии к инструкции по производству маркшейдерских работ: учебное пособие./ В.Н. Попов, В.Н. Сученко, С.В. Бойко. – М.: Горная книга, МГГУ, 2011. – 271 с.

Дополнительные источники:

1. Букринский В.А. История маркшейдерии. – М.: Горная книга, МГГУ, 2007. – 209 с.

2. Пучков Л.А. Маркшейдерская энциклопедия. – М.: Горная книга, МГГУ, 2006. – 315 с.

3. Тарасова О.А., Ярославова Т.Ю. Маркшейдерское дело. Методические указания для выполнения дипломного проекта для специальности 130402 Маркшейдерское дело / О.А. Тарасова, Т.Ю. Ярославова. – Чита: ЗабГК, 2007. – 49с.

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

4.2.1 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

4.2.2 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
«Геостатистика»	ЭОР находится в стадии разработки

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-

методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета *(*http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog*)*. Ссылка на электронную библиотеку: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами:
АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

По дисциплине предусмотрен "экзамен".
Вопросы для самоподготовки к "экзамену":

1. Основные понятия геостатистики;
2. Случайные величины, пространственные переменные, случайные функции;
3. Моменты, используемые в линейной геостатистике;
4. Первый момент - математическое ожидание;
5. Моменты второго порядка;
6. Эргодичность;
7. Гипотеза стационарности;
8. Строгая стационарность;
9. Стационарность второго порядка;
10. Стационарность приращений

11. Многомерные гауссовые случайные функции;
12. Методы геостатистического моделирования;
13. Простой кригинг;
14. Кригинг с неизвестным математическим ожиданием;
15. Параметры кригинга;
16. Оценка качества модели;
17. Визуализация модели;
18. Условия, необходимые для применения геостатистических методов;
19. Предварительный анализ и обработка пространственных данных;
20. Визуализация выборки на базовой карте;
21. Декластеризация;
22. Обнаружение кластеров;
23. Методы декластеризации;
24. Проверка ограничений и предположений геостатистики;
25. Статистическое описание данных;
26. Анализ пространственного тренда;
27. Проверка мультинормальности;
28. Вариограммный анализ данных;
29. Поверхность вариограммы;
30. Вариограмма по направлению;
31. Ранг, порог, вложенные структуры;
32. Поведение около нуля и эффект самородков;
33. Анизотропия;
34. Проявление присутствия дрифта;
35. Моделирование вариограммы;
36. Базисные модели;
37. Итеративное построение модели вариограммы;
38. Оценка остатков методом ординарного кригинга;
39. Оценка пространственного тренда на основе модели тренда;
40. Оценка изучаемой пространственной переменной и построение прогнозной

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

«Неудовлетворительно» - обучающийся демонстрирует:
- существенные пробелы в знаниях учебного материала;
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;
- отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины;
- отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкая степень контактности.
2. «Удовлетворительно» - обучающийся демонстрирует:
- знания теоретического материала;
- неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;
- неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;
- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины;
- умение без грубых ошибок решать практические задания.

3. «Хорошо» - обучающийся демонстрирует:
- знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;
- твердые знания теоретического материала;
- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;
- правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы;
- умение решать практические задания, которые следует выполнить;
- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины.
Возможны незначительные неточности в раскрытии отдельных положений вопросов билета, присутствует неуверенность в ответах на дополнительные вопросы.
4. "Отлично" - обучающийся демонстрирует:
- глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;
- полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий;
- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории;
- логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора;
- умение решать практические задания;
- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам;
- свободное использование в ответах на вопросы материалов

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Результаты (освоенные общие компетенции)	**Основные показатели оценки результата**	**Формы и методы контроля и оценки**
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	- активность и инициативность в процессе освоения профессиональной деятельности; - участие в студенческих конференциях, конкурсах и т.п.	*Наблюдение и оценка на занятиях и в процессе учебной и производственной практик*
ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество	- обоснованность выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач при выполнении маркшейдерских работ; - своевременность выполнения работ и оценка их качества и точности.	*Экспертная оценка решения ситуационных задач* *Наблюдение и оценка на занятиях и в процессе учебной и производственной практик*
ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных	- быстрота оценки ситуации и адекватность принятия решений	*Экспертная оценка решения*

ситуациях и нести за них ответственность	проблемных профессиональных задач;	*ситуационных задач*
ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития	- результативность поиска информации в различных источниках, в т.ч. сети Интернет; - адекватность отбора и использования полученной информации для решения профессиональных задач.	*Экспертное наблюдение и оценка на практических занятиях и в процессе учебной и производственной практик*