

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ИШПР
_____ Гусева Н.В.
« ___ » _____ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Математические методы моделирования в геологии		
Направление подготовки/ специальность	21.05.02 «Прикладная геология»	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Прикладная геология	
Специализация	Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых	
Уровень образования	высшее образование – специалитет	
Курс	4	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16
	Практические занятия	
	Лабораторные занятия	32
	ВСЕГО	48
	Самостоятельная работа, ч	60
	ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации	зачет	Обеспечивающее подразделение	ОГ ИШПР
---------------------------------	--------------	---------------------------------	----------------

Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Гусева Н.В.
		Строкова Л.А.
		Ворошилов В.Г.

2020 г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-15	Способность проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	ПК(У)-15. В1	Навыками моделирования изменчивости свойств геологических объектов
		ПК(У) -15. У1	Использовать математический аппарат и пакеты прикладных программ для анализа и систематизации геологической информации
		ПК(У) -15. З1	Знание математических методов обработки статистической геологической информации

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Знать основные методы математической обработки количественной геологической информации	ПК(У)-15
РД2	Уметь использовать математический аппарат и компьютерные программы для анализа и систематизации геологической информации	ПК(У)-15
РД3	Владеть опытом статистической обработки геологической информации и моделирования изменчивости свойств геологических объектов	ПК(У)-15

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Понятие о геолого-математическом моделировании свойств геологических объектов	РД-1	Лекции	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	2
Раздел 2. Основы теории вероятности	РД-1, 2, 3	Лекции	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 3. Статистика случайных величин	РД-1, 2, 3	Лекции	2
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Корреляционные зависимости между двумя случайными величинами	РД-1, 2, 3	Лекции	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел 5. Многомерные геолого-математические модели	РД-1, 2, 3	Лекции	2
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Пространственная изменчивость свойств геологических объектов	РД-1, 2, 3	Лекции	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел 7. Модели типа случайных функций	РД-1, 2, 3	Лекции	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 8. Искусственные нейронные сети в геолого-математическом моделировании	РД-1	Лекции	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	6

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Понятие о геолого-математическом моделировании свойств геологических объектов

Роль и значение математических методов в повышении эффективности геологоразведочных работ. Современное состояние и проблемы математической геологии.

Необходимость использования моделей при изучении геологических объектов и явлений. Принципы и методы геолого-математического моделирования. Требования, предъявляемые к выборочной совокупности.

Темы лекций:

1. Понятие о геолого-математическом моделировании свойств геологических

объектов.

Раздел 2. Основы теории вероятности

Вероятность случайного события. Случайная величина. Закон распределения случайной величины. Параметры распределения случайной величины: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, стандарт, коэффициент вариации, коэффициенты асимметрии и эксцесса. Некоторые теоретические законы распределения и области их использования в геологии.

Темы лекций:

2. Основы теории вероятности.

Названия лабораторных работ:

1. Определение вероятности попадания случайной величины в заданный интервал значений.

Раздел 3. Статистика случайных величин

Статистические оценки неизвестных параметров распределения. Понятие о точечных и интервальных оценках параметров. Требования к качеству точечных оценок. Понятие о статистических гипотезах. Проверка типовых статистических гипотез. Параметрические и непараметрические критерии.

Исследование различий между геологическими объектами. Дисперсионный анализ.

Темы лекций:

3. Статистика случайных величин.

Названия лабораторных работ:

2. Выборочные оценки параметров распределения случайной величины.
3. Проверка гипотезы о соответствии эмпирического распределения теоретическому закону.
4. Проверка гипотез о равенстве неизвестных средних.
5. Проверка гипотез о равенстве неизвестных дисперсий.

Раздел 4. Корреляционные зависимости между двумя случайными величинами

Виды связей между двумя случайными величинами: функциональная, стохастическая, корреляционная. Линейные и нелинейные уравнения регрессии. Показатели тесноты корреляционной связи: ковариация, коэффициент корреляции, корреляционное отношение, коэффициент сопряженности. Оценка вида и тесноты связи по выборке.

Темы лекций:

4. Корреляционные зависимости между двумя случайными величинами.

Названия лабораторных работ:

6. Выявление линейной корреляционной зависимости между двумя величинами.
7. Выявление нелинейной корреляционной зависимости между двумя величинами.

Раздел 5. Многомерные геолого-математические модели

Исследование структуры корреляционных матриц в целях классифицирования геологических объектов и решения задач распознавания образов. Кластер-анализ. Каноническая корреляция. Распознавание образов, линейные дискриминантные функции. Множественная регрессия. Факторный анализ. Использование многомерного корреляционного анализа в геологии.

Темы лекций:

5. Многомерные геолого-математические модели.

Названия лабораторных работ:

8. Вычисление уравнения множественной регрессии.
9. Дискриминантный анализ.
10. Факторный анализ.
11. Кластер-анализ.

Раздел 6. Пространственная изменчивость свойств геологических объектов

Закономерная и случайная составляющие изменчивости. Основные методы сглаживания наблюдений. Тренд-анализ. Применение тренд-анализа в геологии. Моделирование дискретных полей. Проверка гипотез о случайном расположении точек на плоскости. Использование моделей дискретных полей в геологии.

Темы лекций:

6. Пространственная изменчивость свойств геологических объектов.

Названия лабораторных работ:

12. Тренд-анализ.

Раздел 7. Модели типа случайных функций

Случайные процессы и случайные последовательности в геологии. Понятие о случайной функции и ее характеристиках. Стационарные и эргодические случайные функции. Автокорреляционная функция. Полигармонические случайные функции. Области применения случайных функций и гармонического анализа в геологии. Полувариограммы и кригинг.

Темы лекций:

7. Модели типа случайных функций.

Названия лабораторных работ:

13. Автокорреляционная функция и полигармонический анализ.

Раздел 8. Искусственные нейронные сети в геолого-математическом моделировании

Суть нейронных сетей. Входной слой, промежуточные слои, функция активации. Управляемое и неуправляемое обучение нейронных сетей. Необходимость использования нейронных сетей в геологии.

Темы лекций:

8. Искусственные нейронные сети и пути их использования в геологии.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Ворошилов, В. Г. Математическое моделирование в геологии : учебное пособие. – Томск : Изд-во ТПУ, 2001. - 124 с.
2. Каждан, А. Б. Математические методы в геологии : учебное пособие / А. Б Каждан, О. И. Гуськов. – Москва : Недра, 1990. – 251с.
3. Поротов, Г. С. Математические методы моделирования в геологии : учебник / Г. С. Поротов ; Санкт-Петербургский государственный горный институт. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГГИ, 2006. – 226 с. – URL: <http://www.geokniga.org/books/349> (дата обращения: 05.11.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. — Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Ворошилов, В. В. Математические методы в геологии / В. В. Ворошилов, С. С. Гановичев, В. В. Литвиненко. – Текст : электронный // Математика в естественнонаучных исследованиях : сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 9-10 октября 2014 г.: / Томский политехнический университет, Юргинский технологический институт ; ред. кол. О. Б. Березовская [и др.] — Томск : Изд-во ТПУ , 2014 . — С. 193-196. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C80/059.pdf> (дата обращения: 05.11.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Ворошилов, В. Г. Математическая обработка геологических данных : учебное пособие / В. Г. Ворошилов. – Томск : Изд-во ТПИ, 1991. – 95 с.
3. Гуськов, О. И. Математические методы в геологии : сборник задач : учебное пособие / О. И. Гуськов, П. И. Кушнарев, С. М. Таранов. – Москва : Недра, 1991. – 205 с.
4. Дэвис, Дж. С. Статистический анализ данных в геологии. Пер. с англ. Т. 1 / Дж. С. Дэвис ; пер. В. А. Голубевой. – 2-е изд. – Москва : Недра, 1990. – 319 с. – URL: <http://www.geokniga.org/books/350> (дата обращения: 05.11.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. — Текст : электронный.
5. Дэвис, Дж. С. Статистический анализ данных в геологии. Пер. с англ. Т. 2 / Дж. С. Дэвис ; пер. В. А. Голубевой. – 2-е изд. – Москва : Недра, 1990. – 427с. – URL: <http://www.geokniga.org/books/351> (дата обращения: 05.11.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. — Текст : электронный.
6. Михальчук, А. А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимической измерений. Учебное пособие. В 3 ч. Ч. 1. Математические основы / А. А. Михальчук, Е. Г. Языков ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2014. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m005.pdf> (дата обращения: 05.11.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

7. Михальчук, А. А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимической измерений. Учебное пособие. В 3 ч. Ч. 2 : Компьютерный практикум / А. А. Михальчук, Е. Г. Язиков ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m018.pdf> (дата обращения: 05.11.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.
8. Михальчук, А. А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимической измерений. Учебное пособие. В 3 ч. Ч. 3 : Лабораторный практикум / А. А. Михальчук, Е. Г. Язиков ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m019.pdf> (дата обращения: 05.11.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

6.2 Информационное обеспечение

Информационно-справочные системы:

1. Информационно-справочная система КОДЕКС – <https://kodeks.ru/>
2. справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office Standard Russian Academic
2. Zoom Zoom
3. Cisco Webex Meetings
4. Google Chrome
5. Document Foundation LibreOffice

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования,	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для одежды - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 14 шт.; Принтер - 2 шт.; Проектор -

	консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, 73, 107	2 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, 73, 111	Комплект учебной мебели на 90 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 21.05.02 «Прикладная геология» / специализация «Геологическая съёмка, поиски и разведка месторождений твёрдых полезных ископаемых» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Профессор		Ворошилов В.Г.

Программа одобрена на заседании отделения геологии (Протокол заседания отделения геологии № 12 от 24.06.2019).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения геологии на правах кафедры,
д. г.-м. н., доцент



/Гусева Н.В./

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании отделения /кафедры (протокол)
2020 / 2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	Протокол заседания ОГ №21 от 29.06.2020