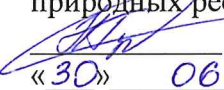


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. Директора Инженерной школы
природных ресурсов

 Гусева Н.В.
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Математические методы моделирования в геологии			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	21.05.02 «Прикладная геология»		
	Прикладная геология		
	Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых		
	высшее образование – специалитет		
Курс	4	семестр	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	

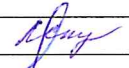
Вид промежуточной
аттестации

зачет

Обеспечивающее
подразделение

ОГ

Заведующий кафедрой –
руководитель
отделения геологии 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	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
--------------------	-----------------------------------	---------------------------	-------------------

	дисциплине		
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. – 251 с.
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. – 427 с. – 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. Язиков ; 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, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для одежды - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 14 шт.; Принтер - 2 шт.; Проектор - 2 шт.

	634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, 73, 107	
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 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Профессор		Ворошилов В.Г.

Программа одобрена на заседании отделения геологии (Протокол заседания отделения геологии № 4 от 28.06.2018).

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)
2019/2020 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 №12 от 24.06.2019
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