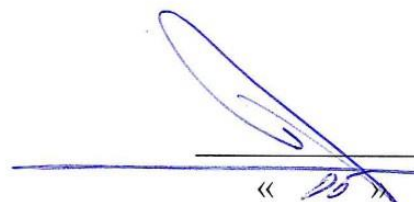


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ключевский Сергей
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 11.04.2024 08:44:00
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»


УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГиН
А.Л. Портнягин
« 15 » 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины/модуля: Математическое моделирование в гидрогеологии

научная специальность: 1.6.6 Гидрогеология

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 19.08.2022 г. и требованиями программы аспирантуры специальности 1.6.6 Гидрогеология к результатам освоения дисциплины/модуля

Рабочая программа рассмотрена

на заседании кафедры ГНГ

Протокол № 1 от «05» 09 2022 г.

Заведующий кафедрой ГНГ  М.Д. Заватский

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела подготовки научных

и научно-педагогических кадров

«05» 09 2022 г.



Е.Г. Ишкина

Начальник управления научных

исследований и развития

«05» 09 2022 г.



Д.В. Пяльченков

Рабочую программу разработал:

Доктор техн. наук, профессор



А.Г. Плавник

1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины

Повышение профессионального уровня компетенций у аспирантов, формирование у них всесторонних знаний в области математического моделирования свойств и эволюции геологических объектов. Формирование системы научных и профессиональных знаний о статистических, аналитических и численных методах анализа и обобщения результатов исследования природных и техногенных гидрогеохимических, геотермических и гидродинамических режимов водоносных комплексов.

Задачи дисциплины

Расширение диапазона сведений о статистических методах анализа многопараметрических гидрогеохимических данных, особенностях моделирования геотермического режима недр в условиях наличия многолетнемерзлых пород, средствах интерпретации результатов гидродинамических исследований в скважинах, методах моделирования пространственных закономерностей изменения свойств подземных вод по латерали и по разрезу отложений, методах численного моделирования фильтрации подземных вод, миграционных процессов, особенностях моделирования процессов захоронения отходов в водоносные горизонты с применением технологии гидроразрыва пласта, математических методах постановки и решения оптимизационных задач.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Математическое моделирование в гидрогеологии» относится к образовательному компоненту учебного плана специальности 1.6.6 Гидрогеология.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих навыков:

- знать, выбирать и использовать новые и перспективные методы обработки данных гидрогеохимических, геотермических и гидродинамических исследований;
- уметь оценивать и прогнозировать изменение состояния водоносных систем под воздействием природных и техногенных факторов;
- иметь представление о методах оценки достоверности применения приближенных численных методов моделирования фильтрационных процессов;
- применять методы и средства автоматизации, цифровые технологии для анализа теоретических и экспериментальных исследований и формулировать выводы;
- владеть навыками применения полученных знаний в научно-исследовательских и технологических процессах при выполнении диссертации.

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Таблица 4.1

| Курс/ семестр | Аудиторные занятия/контактная работа, час. | | Самостоятельная работа, час. | Форма промежуточной аттестации |
|------------------|--|----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | Лекции | Практические занятия | | |
| | | | | |

| | | | | |
|-----|----|----|----|-------|
| 1/1 | 24 | 24 | 96 | зачет |
|-----|----|----|----|-------|

5. Структура и содержание дисциплины

5.1 Структура дисциплины

| № п/п | Структура дисциплины | | Ауди-торные занятия, час. | | СР, час. | Все-го, час. | Оценочные средства |
|-------|----------------------|--|---------------------------|-----|----------|--------------|-----------------------------------|
| | Номер раздела | Наименование раздела | Л. | Пр. | | | |
| 1 | 1 | Введение. Задачи математического моделирования гидрогеохимических, геотермических и гидродинамических условий недр | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест |
| 2 | 2 | Особенности применения методов статистического анализа гидрогеохимических условий | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест, расчетно-графическая работа |
| 3 | | Использование компьютерных средств моделирования пространственных закономерностей изменения состава водорастворенного комплекса. | 4 | 4 | 14 | 22 | Тест, расчетно-графическая работа |
| 4 | | Методы моделирования термодинамических равновесий систем вода-порода-УВ залежи | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест, расчетно-графическая работа |
| 5 | 3 | Особенности постановки и решения задач моделирования нестационарного геотермического режима недр | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест, расчетно-графическая работа |
| 6 | 4 | Аналитические методы моделирования динамики подземных вод | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест, расчетно-графическая работа |
| 7 | | Численные методы моделирования динамики подземных вод | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест, расчетно-графическая работа |
| 8 | | Программные средства моделирования динамики подземных вод | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест, расчетно-графическая работа |
| 9 | 5 | Численные методы решения обратных задач динамики подземных вод | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест, расчетно- |

| | | | | | | | |
|-------|-------|---|----|----|----|-----|-----------------------------------|
| | | | | | | | графическая работа |
| 10 | 6 | Моделирование миграционных процессов | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест, расчетно-графическая работа |
| 11 | 7 | Моделирование захоронения шламовых отходов в водоносные горизонты с использованием технологии гидроразрыва пласта | 2 | 2 | 8 | 12 | Тест, расчетно-графическая работа |
| 12 | Зачет | | | | 2 | 2 | Контрольные вопросы |
| ИТОГО | | | 24 | 24 | 96 | 144 | |

5.2 Содержание дисциплины

5.2.1 Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Задачи математического моделирования гидрогеохимических, геотермических и гидродинамических условий недр.
2. Моделирование и анализ гидрогеохимических условий:
 - Особенности применения методов статистического анализа;
 - Использование компьютерных средств моделирования пространственных закономерностей изменения состава водорастворенного комплекса;
 - Методы моделирования термодинамических равновесий систем вода-порода-УВ залежи.
3. Особенности постановки и решения задач моделирования нестационарного геотермического режима недр.
4. Моделирование фильтрации подземных вод в условиях действия природных и техногенных факторов:
 - Аналитические методы моделирования динамики подземных вод;
 - Численные методы моделирования динамики подземных вод;
 - Программные средства моделирования динамики подземных вод.
5. Численные методы решения обратных задач динамики подземных вод.
6. Моделирование миграционных процессов.
7. Моделирование захоронения шламовых отходов в водоносные горизонты с использованием технологии гидроразрыва пласта.

5.2.2 Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема лекции |
|-------|--------------------------|-------------|--|
| 1 | 1 | 2 | Введение. Задачи математического моделирования гидрогеохимических, геотермических и гидродинамических условий недр |
| 2 | 2 | 2 | Особенности применения методов статистического анализа гидрогеохимических условий |

| | | | |
|--------|---|----|--|
| 3 | | 4 | Использование компьютерных средств моделирования пространственных закономерностей изменения состава водорастворенного комплекса. |
| 4 | | 2 | Методы моделирования термодинамических равновесий систем вода-порода-УВ залежи |
| 5 | 3 | 2 | Особенности постановки и решения задач моделирования нестационарного геотермического режима недр |
| 6 | 4 | 2 | Аналитические методы моделирования динамики подземных вод |
| 7 | | 2 | Численные методы моделирования динамики подземных вод |
| 8 | | 2 | Программные средства моделирования динамики подземных вод |
| 9 | 5 | 2 | Численные методы решения обратных задач динамики подземных вод |
| 10 | 6 | 2 | Моделирование миграционных процессов |
| 11 | 7 | 2 | Моделирование захоронения шламовых отходов в водоносные горизонты с использованием технологии гидроразрыва пласта |
| Итого: | | 24 | |

Практические занятия

Таблица 5.2.2

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема занятия |
|--------|--------------------------|-------------|---|
| 1 | 1 | 2 | Источники и виды данных о гидрогеохимических, геотермических и гидродинамических условиях Западно-Сибирского мегабассейна |
| 2 | 2 | 2 | Статистический анализ ионно-солевого и газового состава подземных вод |
| 3 | | 4 | Картирование гидрогеохимических и геотермических условий |
| 4 | | 2 | Методы квазитрехмерного пространственного моделирования |
| 5 | 3 | 2 | Оценка теплового потока и расчет изменения температуры по разрезу отложений |
| 6 | 4 | 2 | Анализ работы группы скважин в рамках модели Тейса |
| 7 | | 4 | Применение программных средств для расчета работы группы скважин в неоднородном пласте |
| 8 | 5 | 2 | Применение метода наименьших квадратов в решения обратных задач динамики подземных вод |
| 9 | 6 | 2 | Оценка области распространения закачиваемых флюидов в водоносные горизонты |
| 10 | 7 | 2 | Методы интерпретации данных по закачке шламовых отходов |
| Итого: | | 24 | |

Самостоятельная работа

Таблица 5.2.3

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема | Вид СРО |
|-------|--------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------|
| 1 | 1 | 8 | Задачи математического моделирования | Тест, реферат |

| | | | | |
|--------|----|----|---|-----------------------------------|
| | | | гидрогеохимических, геотермических и гидродинамических условий Западно-Сибирского мегабассейна | |
| 2 | 2 | 8 | Применения статистических методов для анализа гидрогеохимических условий | Тест, расчетно-графическая работа |
| 3 | | 14 | Компьютерные средства моделирования пространственных закономерностей изменения состава водорастворенного комплекса. | Тест, расчетно-графическая работа |
| 4 | | 8 | Методы моделирования термодинамических равновесий систем вода-порода-УВ залежи | Тест, расчетно-графическая работа |
| 5 | 3 | 8 | Моделирования стационарного и нестационарного геотермического режима недр | Тест, расчетно-графическая работа |
| 6 | 4 | 8 | Аналитические методы моделирования динамики подземных вод | Тест, реферат |
| 7 | | 16 | Программные средства моделирования динамики подземных вод | Тест, реферат |
| 8 | 5 | 8 | Методы нахождения экстремумов функций нескольких аргументов, метод наименьших квадратов в решении обратных задач динамики подземных вод | Тест |
| 9 | 6 | 8 | Моделирование миграционных процессов | Тест, расчетно-графическая работа |
| 10 | 7 | 8 | Анализ результатов мониторинга захоронения шламовых отходов | Тест, расчетно-графическая работа |
| 11 | 12 | 2 | Зачет | Контрольные вопросы |
| Итого: | | 96 | | |

6. Перечень тем рефератов

6.1. Методические указания для выполнения.

1. Плавник А.Г. Методические указания по организации самостоятельной работы аспиранта по специальности 1.6.6 Гидрогеология - Тюмень: ТИУ, 2022. - 30 с.

6.2. Тематика рефератов.

1. Задачи математического моделирования гидрогеохимических, геотермических и гидродинамических условий Западно-Сибирского мегабассейна.
2. Аналитические методы моделирования динамики подземных вод.
3. Статистические методы анализа многопараметрических гидрогеохимических данных.
4. Учет геологических моделей строения отложений при картировании пространственных закономерностей изменения гидрогеохимических условий.
5. Методы моделирования и анализа природных и техногенных условий гидродинамического режима водоносных горизонтов.
6. Программные средства моделирования динамики подземных вод и процессов миграции.

7. Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Задачи анализа гидрогеохимических условий недр и роль методов моделирования в их решении.
2. Особенности задач гидродинамического моделирования при решении вопросов эксплуатации водоносных горизонтов.
3. Задачи моделирования при анализе современных и палеогидродинамических условий бассейна.
4. Отличительные черты анализа и моделирования геотермического режима Западно-Сибирского бассейна.
5. Статистические методы анализа массовых данных гидрогеохимических исследований.
6. Статистические методы типизации подземных вод по составу водорастворенного комплекса.
7. Методы и программные средства двумерного картирования закономерностей изменения состава водорастворенного комплекса. Учет косвенной информации.
8. Методы квазитрехмерного моделирования закономерностей изменения состава водорастворенного комплекса.
9. Оценка надежности результатов моделирования пространственных закономерностей изменения состава водорастворенного комплекса.
10. Теоретические основы и программные средства моделирования термодинамических равновесий систем вода-порода-УВ залежи
11. Особенности моделирования термодинамического равновесия с учетом влияния гравитационного поля.
12. Особенности постановки и решения задачи моделирования нестационарного теплового потока в осадочном чехле.
13. Моделирование пространственных закономерностей геотермического режима Западно-Сибирского бассейна.
14. Методы определения фильтрационных свойств водоносных горизонтов.
15. Аналитические методы моделирования динамики подземных вод при скважинной эксплуатации водоносных горизонтов.
16. Численные методы и программные средства моделирования динамики подземных вод.
17. Моделирование миграционных процессов.
18. Моделирование захоронения шламовых отходов в водоносные горизонты с использованием технологии гидроразрыва пласта.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения

| Оценка | Критерии оценки |
|-----------|---|
| «зачтено» | выставляется обучающемуся, если он дает определения основных понятий, понимает основные вопросы программы; дает правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы |

| | |
|--------------|--|
| «не зачтено» | выставляется обучающемуся, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. При этом на менее 60% поставленных вопросов даны плохо сформулированные ответы в недостаточном объеме. |
|--------------|--|

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

8.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Система поддержки учебного процесса EDUCON <http://educon.tsogu.ru>

2. Электронная библиотечная система <http://elib.tyuiu.ru/>

3. Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) <http://www.rupto.ru/>

4. Библиотека ГОСТов и нормативных документов <http://gostexpert.ru/>

8.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства.

1. Microsoft Office Professional Plus;

2. PTC machcad 14.

3. Windows 8

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

| № п/п | Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины | Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование) |
|-------|--|---|
| 1 | Учебная мебель: столы, стулья. Моноблок - 1 шт., стол компьютерный - 1 шт. | Проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., передвижная магнитно-маркерная доска - 1 шт. Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus |

11. Методические указания по организации СРО

10.1. Методические указания по подготовке к практическим работам.

Плавник А.Г. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Гидрогеология» для аспирантов научной специальности 1.6.6 Гидрогеология / - Тюмень: ТИУ, 2022. - 16 с.

10.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Плавник А.Г. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Гидрогеология» для аспирантов научной специальности 1.6.6 Гидрогеология - Тюмень: ТИУ, 2022. - 30 с.

КАРТА

обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Математическое моделирование в гидрогеологии

Научная специальность 1.6.6 Гидрогеология

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания | Количество экземпляров в БИК | Контингент аспирантов, использующих указанную литературу | Обеспеченность аспирантов литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-) |
|-------|--|------------------------------|--|--|---|
| 1 | Основы трёхмерного цифрового геологического моделирования: учебное пособие / К. В. Абабков [и др.]; - Уфа: Нефтегазовое дело, 2010. - 199с.- Электронная библиотека ТИУ. | 10+ЭР | 3 | 100 | + |
| 2 | Геостатика в нефтяной геологии: перевод с англ. текст / О. Дюбрьюль; ред. С.В. Охотина - Москва: Ижевск, 2009. - 255с.- Электронная библиотека ТИУ. | ЭР | 3 | 100 | + |
| 3 | Геокартирование на основе сплайн-аппроксимационного подхода: монография / А. Г. Плавник, А. Н. Сидоров, А. А. Сидоров, Э. С. Торопов; ТИУ. - Тюмень: ТИУ, 2021. - 189 с. | ЭР | 3 | 100 | + |
| 4 | Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учебное пособие для студентов вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 2-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2000. - 480 с. | 19 | 3 | 100 | + |
| 5 | Численные методы: учебное пособие для студентов физико-математических специальностей вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 8-е изд. - Москва: Физматлит; Ленинград: Невский диалект; Москва: Лаборатория Базовых Знаний, 2000. - 622 с. | 22+ЭР | 3 | 100 | + |
| 6 | Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебные пособия для студентов вузов / В. Е. Гмурман. - 5-е издание, стереотипное. - Москва: Высшая школа, 2001. - 400 с | 38+ЭР | 3 | 100 | + |

| | | | | | |
|----|---|------|---|-----|---|
| 7 | Уравнения математической физики: учебное пособие для студентов физико-математических специальностей университетов / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. - 6-е изд., испр. и доп. - Москва: Изд-во Московского университета, 1999. - 800 с. | 2+ЭР | 3 | 100 | + |
| 8 | Справочник по математическим методам в геологии / Д. А. Родионов, Р. И. Коган, В. А. Голубева [и др.]. - Москва: Недра, 1987. - 336 с. | 1+ЭР | 3 | 100 | + |
| 9 | Загрязнение подземных вод. Теория, методика, моделирование и практические приемы: пер. с англ. / Ж. Фрид; пер.: В. З. Махлина [и др.]; под ред.: В. А. Мироненко, А. А. Рошалья. - Москва: Недра, 1981. - 304 с | 1+ЭР | 3 | 100 | + |
| 10 | Региональное гидрогеологическое моделирование с использованием геофизических данных / И. И. Крашин, И. М. Мелькановицкий, З. А. Водоватова. - Москва: Недра, 1989. - 230 с. | 1+ЭР | 3 | 100 | + |
| 11 | Гидрогеодинамические расчеты на ЭВМ: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Геология», специальностям «Геология», «Гидрогеология и инженерная геология» / под ред. Р. С. Штенгелова. - Москва: МГУ, 1994. – 334с. | 1+ЭР | 3 | 100 | + |