

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

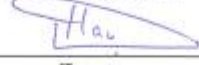


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

  
Руководитель программы  
аспирантуры  
доцент Д.В. Мардашов

УТВЕРЖДАЮ

  
Декан  
нефтегазового факультета  
доцент Д.С. Тананыхин

#### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВЫ НАУЧНОГО ПОДХОДА К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Область науки:                        | 2. Технические науки  |
| Группа научных специальностей:        | 2.8. Недропользование и горные науки                              |
| Научная специальность:                | 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений |
| Направленность (профиль):             | Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений        |
| Отрасли науки:                        | Технические   |
| Форма освоения программы аспирантуры: | Очная   |
| Срок освоения программы аспирантуры:  | 4 года  |
| Составитель:                          | к.т.н., доцент Д.В. Мардашов                                      |

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины** «Основы научного подхода к моделированию процессов разработки нефтяных и газовых месторождений» составлена в соответствии:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, направленности (профилю) «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

**Составитель:**



к.т.н., доцент Д.В. Мардашов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений «10» июня 2022 г., протокол № 19.

**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры  
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой  
разработки и эксплуатации нефтяных и  
газовых месторождений



к.т.н., доцент Д.В. Мардашов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Цель изучения дисциплины:**

- подготовка выпускника аспирантуры к самостоятельной научно-исследовательской деятельности по программам высшего образования;
- приобретение аспирантами знаний в области современных компьютерных технологий моделирования в нефтегазовом деле;
- формирование у обучающихся знаний, связанных с использованием математических методов и современных средств компьютерного моделирования при обработке исходных данных геолого-геофизических данных при принятии экономически и технологически обоснованных решений;
- приобретение у обучающихся знаний в области компьютерных технологий по проектированию, регулированию, анализу разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений.

### **Основные задачи дисциплины:**

- изучить основные принципы компьютерного моделирования разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений с трудноизвлекаемыми запасами;
- получить представление о гидродинамических процессах, происходящих в низкопроницаемых пластах нефтегазовых месторождений в процессе их разработки и эксплуатации;
- сформировать знания об основных методах компьютерного моделирования процессов фильтрации нефти и газа в низкопроницаемых коллекторах;
- освоить навыки работы с программными комплексами, моделирующими процессы разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений с трудноизвлекаемыми запасами;
- получить представление о создании постоянно-действующей гидродинамической модели нефтегазового пласта и ее адаптации к реальной модели;
- изучить особенности моделирования проведения геолого-технических мероприятий на нефтегазовом месторождении с трудноизвлекаемыми запасами.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина является элективной и входит в состав составляющей «Дисциплины (модули), в том числе элективные, факультативные дисциплины (модули), дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов» образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, направленности (профилю) «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» и изучается в 4 семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**знать:** принципиальные особенности моделирования геологических и гидродинамических процессов, происходящих в низкопроницаемых пластах нефтегазовых месторождений в процессе их разработки и эксплуатации;

**уметь:** осуществлять сбор, обработку и интерпретацию информации для создания постоянно-действующей гидродинамической модели пласта и ее адаптации к реальной модели;

**владеть навыками:** компьютерного моделирования разработки и эксплуатации, геолого-технических мероприятий нефтегазовых месторождений с трудноизвлекаемыми запасами.

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

Критерии оценивания уровня владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины приведены в разделе 6 настоящей программы.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Основы научного подхода к моделированию процессов разработки нефтяных и газовых месторождений» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 36 академических часа, 1 зачётная единица.

| Вид учебной работы   | Всего ак. часов | Ак. часы по семестрам |
|--|-----------------|-----------------------|
|  |                 | 4                     |
| <b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>                                | <b>12</b>       | <b>12</b>             |
| Лекции   | 4               | 4                     |
| Практические занятия   | 8               | 8                     |
| <b>Самостоятельная работа аспирантов, в том числе</b>                  | <b>24</b>       | <b>24</b>             |
| Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины                 | 4               | 4                     |
| Выполнение индивидуального задания                                     | 20              | 20                    |
| <b>Трудоемкость дисциплины</b>   | <b>36</b>       | <b>36</b>             |
| Вид промежуточной аттестации – дифференцированный зачет (ДЗ)           | ДЗ              | ДЗ                    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины с учетом промежуточной аттестации</b> |                 |                       |
| <b>ак. час.</b>  | <b>36</b>       | <b>36</b>             |
| <b>зач. ед.</b>  | <b>1</b>        | <b>1</b>              |

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование разделов   | Виды занятий    |        |                      |                     |                        |
|-------|---|-----------------|--------|----------------------|---------------------|------------------------|
|       |   | Всего ак. часов | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
| 1.    | Геологическое моделирование нефтегазового месторождения. Оценка качества геологической модели нефтегазового месторождения | 18              | 2      | 4                    | -                   | 12                     |
| 2.    | Гидродинамическое (фильтрационное)  | 18              | 2      | 4                    | -                   | 12                     |

|  |  |           |          |          |          |           |
|--|--|-----------|----------|----------|----------|-----------|
|  | моделирование нефтегазового месторождения. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением методов увеличения нефтеотдачи |           |          |          |          |           |
|  | <b>Итого:</b>  | <b>36</b> | <b>4</b> | <b>8</b> | <b>-</b> | <b>24</b> |

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Дисциплина включает 2 темы, содержание которых направлено на построение геологической и гидродинамической моделей нефтяных и газовых месторождений, оценка качества моделей, моделирование разработки нефтяных и газовых месторождений с применением геолого-технических мероприятий.

##### **Тема 1. Геологическое моделирование нефтегазового месторождения. Оценка качества геологической модели нефтегазового месторождения**

Введение. Адресная постоянно-действующая геолого-технологическая модель. Цифровая трехмерная геологическая модель. Особенности построения моделей на разных стадиях изученности месторождения. Исходные данные, необходимые для геологического моделирования. Типовой состав модулей программного пакета геологического моделирования. Методика построения кубов пористости, проницаемости, нефтегазонасыщенности, литофаций, трехмерной сетки. Многовариантное моделирование. Оценка неопределенностей и рисков. Обновление модели и геонавигация.

Этапы проведения экспертизы геологической модели. Критерии оценки адекватности модели. Процесс оценки качества геологической модели. Контроль полноты и качества исходных данных. Контроль качества построения 3Д сетки, стратиграфического расчленения разреза, построения поверхностей структурного каркаса и флюидных контактов, качества осреднения скважинных данных на сетку, построения куба литологии, построения кубов флюида, пористости, проницаемости, насыщения.

##### ***Самостоятельная работа.***

1. Построение геологических моделей в условиях неопределенности данных.
2. Моделирование – как средство эффективного контроля за разработкой месторождения.
3. Моделирование при управлении сложными многопараметровыми системами.
4. Натурное моделирование, для чего оно применяется.
5. Цель физико-математического моделирования.
6. Применение уравнений в частных производных при моделировании.
7. Сеточные электроинтеграторы и цели их применения.
8. Физическое моделирование.
10. Комплексные геофизические исследования и их преимущества.
11. Прямые методы поисков запасов углеводородного сырья.
12. Геологическая модель месторождения и ее назначение
13. Технология построения геологической модели месторождения
14. Основные этапы построения геологической модели месторождения.
15. Способы проверки достоверности построенной модели месторождения.
16. Методы оценки достоверности построенной геологической модели.
17. Требования к содержанию и оформлению документации геолого-технологических моделей.
18. Экспертиза постоянно-действующих геолого-технологических моделей при рассмотрении технологических документов.
20. Оценка достоверности модели по результатам бурения.

21. Перечень документов передаваемых на экспертизу геологической модели.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1-2]; дополнительная: [3-5].

**Тема 2. Гидродинамическое (фильтрационное) моделирование нефтегазового месторождения. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением методов увеличения нефтеотдачи**

Основное определение фильтрационного моделирования. Программный комплекс для фильтрационного моделирования. Отличие фильтрационной модели от геологической. Требования к фильтрационной модели. Исходные данные, необходимые для создания гидродинамической модели. Этапы построения. Оценка качества перехода от геологической модели к гидродинамической. Анализ выбора типа модели. Контроль задания промысловой истории. Адаптация модели на промыслово-технологические показатели.

Физические основы методов увеличения нефтеотдачи. Особенности моделирования физико-химических методов увеличения нефтеотдачи. Особенности моделирования термических методов увеличения нефтеотдачи. Особенности моделирования механических методов увеличения нефтеотдачи. Особенности моделирования гидродинамических методов увеличения нефтеотдачи.

**Самостоятельная работа.**

1. Адаптация модели по истории разработки месторождения на примере месторождения N.

2. Анализ выработки запасов пласта N залежи N в условиях разработки месторождения N.

3. Методы подсчета запасов нефти и газа с применением моделирования.

4. Построение термальных моделей для повышения нефтеотдачи месторождений природных битумов.

5. Анализ эффективности системы заводнения на основе построения гидродинамических моделей.

6. Реализация нестационарного заводнения и оценка его эффективности на основе построения гидродинамических моделей.

7. Анализ чувствительности модели к размерности сетки.

8. Контроль сохранения потоков в геологической и фильтрационной моделях.

1. Физические основы методов увеличения нефтеотдачи.

2. Моделирование физико-химических методов увеличения нефтеотдачи.

3. Моделирование термических методов увеличения нефтеотдачи.

4. Моделирование механических методов увеличения нефтеотдачи.

5. Моделирование гидродинамических методов увеличения нефтеотдачи.

6. Моделирование гидравлического разрыва пласта.

**Рекомендуемая литература:**

основная: [1-2]; дополнительная: [3-5].

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины «Основы научного подхода к моделированию процессов разработки нефтяных и газовых месторождений» применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки аспирантов.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия**, цель которых углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы аспиранта. На практических занятиях аспиранты делают краткие устные сообщения о результатах самостоятельной работы с последующим обсуждением при участии преподавателя.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой аспирантов и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа** аспирантов направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Проведение текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль используется для оценки хода и уровня достижения аспирантом планируемых результатов освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса, консультирования аспирантов и проверки выполнения самостоятельной работы.

Основными формами текущего контроля по дисциплине являются:

- устный опрос аспиранта по контрольным вопросам (устный ответ);
- участие аспиранта в дискуссиях по темам дисциплины (устный ответ).

### **6.2. Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости**

**Тема 1. «Геологическое моделирование нефтегазового месторождения. Оценка качества геологической модели нефтегазового месторождения»**

1. Какова основная цель компьютерного моделирования при изучении нефтегазового пласта?
2. Что включает в себя компьютерное моделирование месторождения нефти и газа?
3. Перечислите направления применения компьютерного моделирования.
4. Перечислите основных отечественных и зарубежных производителей программного обеспечения для компьютерного моделирования месторождений нефти и газа.
5. На чем основаны программные комплексы по геологическому моделированию месторождений нефти и газа?

6. Перечислите исходные данные, используемые для проведения компьютерного моделирования.
7. Что в конечном итоге позволяют делать цифровые геологические модели?
8. Какие модели фильтрации включает в себя развитый пакет программ?
9. Какие специальные опции используются на разных стадиях компьютерного моделирования месторождения нефти и газа?
10. Что такое физическая модель?
11. Какие требования предъявляются к физическому моделированию?
12. Что такое коэффициент подобия?
13. Назовите условия применения масштабных моделей.
14. Назовите условия применения элементарных моделей.
15. Назовите условия применения аналоговых моделей.
16. Что такое геологическая модель?
17. Из каких этапов состоит процесс компьютерного моделирования месторождения нефти и газа?
18. Дайте характеристику каждому этапу компьютерного моделирования месторождения нефти и газа.
19. Что является важнейшими сферами применения компьютерного моделирования?
20. Перечислите основные элементы пакета программ для моделирования нефтегазового пласта.
21. Какова последовательность создания геолого-фильтрационной модели?
22. Что из себя представляет фильтрационная модель?
23. Какие факторы должна учитывать численная модель?
24. Что понимается под адаптацией геолого-фильтрационной модели?
25. По каким параметрам производят адаптацию модели?
26. Какие необходимы исходные данные для качественной адаптации геолого-фильтрационной модели?
27. Какими документами следует руководствоваться при создании постоянно действующих геолого-технологических моделей?
28. Какие общие требования предъявляются к геолого-фильтрационной модели?
29. Какова интегральная погрешность данных, получаемых из геолого-математической модели?
30. Перечислите основные модули, входящие в состав геологического симулятора.

**Тема 2. «Гидродинамическое (фильтрационное) моделирование нефтегазового месторождения. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением методов увеличения нефтеотдачи»**

1. Какие основные задачи при нагнетании рабочих агентов в пласт позволяют моделировать математические фильтрационные модели?
2. Что такое математическая модель?
3. Из каких этапов состоит процесс математического моделирования?
4. Дайте характеристику каждому этапу математического моделирования.
5. Что является важнейшими сферами применения математического моделирования?
6. Какова общая интегральная погрешность входных данных для построения фильтрационной модели?
7. Какие действия должны быть выполнены при создании фильтрационной модели? Какие гидродинамические симуляторы на сегодняшний день являются наиболее популярными?
8. Перечислите основные модули, входящие в состав гидродинамического симулятора.



9. Какими уравнениями описывается изотермическая фильтрация жидкостей и газов в пористых средах?
10. Изобразите основные типы геометрии течения, используемые при моделировании пластов.
11. Опишите метод неструктурированных сеток.
12. Перечислите основные причины появления трещин в теле горной породы.
13. Какой подход является наиболее распространённым для описания фильтрации в трещиновато-пористых коллекторах?
14. Дайте характеристику системы с двойной пористостью.
15. Какие используют соотношения при составлении системы уравнений, которым подчиняются гидродинамические симуляторы?
16. Напишите закон сохранения масс в декартовой системе координат для трёхмерной фильтрации однородного флюида.
17. Напишите закон Дарси.
18. Напишите математическую модель нелетучей нефти «Black oil».
19. Дайте характеристику функции Леверетта.
20. Какие параметры определяют начальное условие для гидродинамической модели пласта?
21. Что отражают и где задаются граничные условия гидродинамической модели пласта?
22. Какие параметры задаются на границе гидродинамической модели?
23. С помощью какого метода выполняется преобразование непрерывных дифференциальных уравнений к дискретному виду?
24. Какая схема вычисления новых величин называется «явной», а какая «неявной»?
25. Опишите преимущества и недостатки явной схемы.
26. Как разделяется пространственная область гидродинамической модели при моделировании процесса разработки месторождений?
27. Изобразите непрерывную и дискретную систему распределения параметров.
28. Опишите численные методики, необходимые для решения системы нелинейных уравнений при гидродинамическом моделировании.
29. Опишите два основных способа решения уравнений фильтрации, применяемых при моделировании.
30. Дайте характеристику метода решения системы линейных уравнений путем красно-чёрного упорядочивания неизвестных.
31. Дайте определение равновесной и неравновесной инициализации.
32. Какими двумя способами может быть задана детализация данных системы добычи?

### **6.3. Критерии оценивания устных ответов аспирантов**

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке устного ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценка «зачтено» за устный ответ ставится, если аспирант:

- 1) ориентируется в излагаемом материале, владеет базовой терминологией в объеме, предусмотренном рабочей программой дисциплины;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, подкрепляет теоретические положения примерами;
- 3) умеет структурировать содержание ответа в соответствии с поставленным вопросом;
- 4) не допускает (или допускает немногочисленные негрубые) ошибки при анализе языковых фактов; способен исправить допущенные им ошибки при помощи уточняющих вопросов преподавателя.

#### **6.4. Порядок проведения дифференцированного зачета**

Дифференцированный зачет используется для оценки соответствия результатов освоения дисциплины аспирантом планируемыми.

Дифференцированный зачет проводится в письменном виде. Для проведения дифференциального зачета формируются билеты по три вопроса в каждом.

#### **6.5. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета**

Оценки за ответы на вопросы выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично»**: если аспирант глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это в ответах, грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; безошибочно находит решения заданий предусмотренных программой обучения;

— **«хорошо»**: если аспирант твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос; уверенно находит решения заданий предусмотренных программой обучения;

— **«удовлетворительно»**: если аспирант поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, при ответе на вопрос; иногда находит решения заданий предусмотренных программой обучения;

— **«неудовлетворительно»**: если аспирант не знает значительной части программного материала, в задании допущены существенные ошибки; не умеет находить решения большинства заданий предусмотренных программой обучения.

### **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

#### **7.1. Основная литература**

1. Алтунин А.Е. Технологические расчеты при управлении процессами нефтегазодобычи в условиях неопределенности [Электронный ресурс] / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин, О.Н. Кузяков. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 187 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/91824/#2>

2. Шпаков П.С. Математическая обработка результатов измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 410 с.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=435837#](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=435837#)

3. Петраков Д.Г. Разработка нефтяных и газовых месторождений [Электронный ресурс]: Учебник / Д.Г. Петраков, Д.В. Мардашов, А.В. Максютин / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2016. – 526 с.

<http://www.bibliocomplectator.ru/book/&id=71703;>

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com\\_irbis/pdf\\_view/](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/)

4. Кучумов Р.Р. Программно-информационное обеспечение расчетов показателей разработки нефтегазовых месторождений с горизонтальными скважинами [Электронный ресурс] / Р.Р. Кучумов, Р.Я. Кучумов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 252 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/28306/#2>

5. Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии [Текст]: учебник / Г.С. Поротов. – СПб.: СПГГИ, 2006. – 223 с.

## **7.2. Дополнительная литература**

6. Зеливянская О.Е. Математическое моделирование: [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. – Ставрополь: СКФУ, 2016. – 144 с.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=467014#](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=467014#)

7. Иванов И.А. Решение задач разработки нефтяных месторождений с применением программных комплексов ECLIPSE и Petrel: [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.А. Иванов, Е.Н. Иванов. – Томск: Томский политехнический университет, 2015. – 75 с.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=442096](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=442096)

8. Квеско Б.Б. Подземная гидромеханика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.Б. Квеско, Е.Г. Карпов. – Томск: Томский политехнический университет, 2012. – 168 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/10309/#2>

9. Арбузов В.Н. Сборник задач по технологии добычи нефти и газа в осложненных условиях [Электронный ресурс]: практикум. / В.Н. Арбузов, Е.В. Курганов; Томский политехнический университет. – Томск: изд-во томского политехнического университета, 2015. – 68 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/82862/#2>

## **7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;

— Индивидуальные задания по дисциплине.

## **7.4. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».

2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).

3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>

4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>

5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>

6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

## **7.5. Электронно-библиотечные системы:**

-ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>

-ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>

-ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>

-ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>

-ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>

-ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>

-Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL»  
<https://informsystema.ru>

-Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

## **7.6 Современные профессиональные базы данных:**

-Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>

-«Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>

-«Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

## **7.7 Информационные справочные системы:**

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электр.дан. <http://www.garant.ru/>

2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)

3. ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.

4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые» <https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>

5. Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы» <http://www.cntd.ru/>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Аудитории для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

Аудитория для проведения лекционных занятий: 69 посадочных мест, Стул – 70 шт., стол – 21 шт., доска маркерная – 2 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

Аудитория для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 13 посадочных мест, Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

## **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.