

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра геологии и нефтегазового дела

Утверждаю
Руководитель основной профессиональной
образовательной программы

Безверхая Е.В.
20 сентября 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

Б1.О.20 Компьютерное моделирование

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки

Химические технологии нефти и газа

Программа подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья инвалидов

Южно-Сахалинск, 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.О.20 Компьютерное моделирование составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология № 922 от 07.08.2020 г.

Программу составил:

доцент кафедры геологии и нефтегазового дела



Безверхая Е.В.

Рабочая программа дисциплины Компьютерное моделирование утверждена на заседании кафедры геологии и нефтегазового дела протокол № 1 от 20 сентября 2024 г.

Заведующий кафедрой
геологии и нефтегазового дела:



Денисова Я.В.

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – получение студентами знаний в области методов компьютерного моделирования систем эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

Задачи дисциплины:

- 1) изучение стадий построения постоянно действующих геолого-технологических моделей, методов компьютерного построения карт, составов и возможностей различных программных продуктов, используемых в нефтяной промышленности для моделирования;
- 2) приобретение навыков анализировать геолого-промысловую базу данных на полноту и достоверность, строить структурный каркас, осуществлять построение структурной карты по кровле и подошве пласта, карты общей толщины, карт распределённых геолого-геофизических параметров пласта;
- 3) получение навыков загрузки данных для расчёта фильтрационной модели, адаптирования модели по истории разработки, анализа разработки на основе полученных карт распределения поля давления и текущей нефтенасыщенности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.20 «Компьютерное моделирование» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули) учебного плана».

Для успешного освоения данной дисциплины, необходимы сформированные знания из дисциплин: математика, физика, информационно-коммуникационные технологии.

Освоение данной дисциплины необходимо для последующего изучения таких дисциплин, как: моделирование химико-технологических процессов, также для сбора материала и написания выпускной квалификационной работы.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4	Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1. Знает основные технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойства сырья и готовой продукции, закономерности изменения параметров технологического процесса при изменении свойств сырья. ОПК-4.2. Умеет обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья. ОПК-4.3. Владеет способностью обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.

ОПК-6	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Знает принципы работы современных информационных технологий. ОПК-6.2. Умеет обоснованно выбирать современные информационные технологии и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-6.3. Реализует принципы работы современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности.
--------------	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	3 семестр	Всего
Общая трудоемкость	72	72
Контактная работа:	58	58
Лекции	18	18
Лабораторные работы	36	36
Самостоятельная работа: - проработка и повторение лекционного материала; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к промежуточной аттестации	14	14
Контактная работа в период теоретического обучения (проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами)	4	4
Контактная работа в период промежуточной аттестации (проведение консультаций перед экзаменом)		
Контроль знаний		
Итоговая форма контроля	Зачет	

4.2 Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины/ темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			контактная			Самостоятельная работа	Контроль	
			Лекции	Лабораторные занятия	КонтТО/ КонтПА			
1	Основные понятия моделирования. Этапы развития моделирования месторождений УВ.	3	2	2	4	2		Блиц-опрос, обсуждение презентаций, докладов.
2	Основные стадии компьютерного моделирования.	3	4	14		5		Блиц-опрос Выполнение заданий на компьютерах
3	Модели фильтрации	3	10	18		5		Блиц-опрос Выполнение заданий на компьютерах
4	Специализированные прикладные программные продукты. Области их применения.	3	2	2		2		Блиц-опрос, обсуждение презентаций, докладов, тестирование
5	Зачет							Выполнение лабораторных работ, собеседование по контрольным вопросам
	Итого:	72	18	36	4	14		

4.3 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия моделирования. Этапы развития моделирования месторождений УВ

Основные понятия моделирования. История моделирования пластовых систем. Геологическое, гидродинамическое моделирование как часть процесса управления разработкой месторождения. Объекты моделирования.

Раздел 2. Основные стадии компьютерного моделирования

Развитие и основные аспекты применения компьютерного моделирования в нефтяной отрасли.

Поэтапное описание структуры компьютерного моделирования. Основные понятия модельного процесса.

Размерность моделей (нульмерные, одномерные, двухмерные, трехмерные). Типы сеток (структурированные, неструктурированные). Локальное измельчение сетки.

Переход от геологической модели к гидродинамической: этапы перехода от геологической модели к гидродинамической, контроль качества ремасштабирования.

Раздел 3. Модели фильтрации

Основные физико-химические свойства флюидов (вода, нефть, газ, газоконденсат).

Классификация фильтрационных моделей. Требования к фильтрационным моделям.

Основные этапы создания фильтрационных моделей. Исходные данные для построения фильтрационной модели. Выходные данные (результаты) построения фильтрационной модели.

Обоснование вертикальной связности.

Моделирование PVT-свойств флюидов.

Задание функций относительных фазовых проницаемостей и капиллярных давлений.

Задание граничных условий.

Моделирование водонапорного горизонта.

Моделирование зон выклинивания, замещения и тектонических нарушений.

Инициализация начального состояния модели: способы проведения инициализации начального состояния модели, моделирование равновесного состояния флюидов, моделирование неравновесного состояния флюидов.

Задание истории разработки моделируемого объекта: моделирование скважин, моделирование промысловых данных, моделирование геолого-технических мероприятий.

Адаптация фильтрационной модели: последовательность действий при адаптации фильтрационной модели, настройка материального баланса, настройка обводненности, настройка забойных давлений и коэффициентов продуктивности по скважинам, проверка качества адаптации фильтрационной модели.

Построение карт текущих удельных подвижных запасов углеводородов.

Уточнение свойств пласта при адаптации истории разработки.

Выполнение прогнозных расчетов.

Раздел 3. Специализированные прикладные программные продукты. Области их применения.

Специализированные прикладные программные продукты. Области их применения.

Программный комплекс TimeZYX.

Программный комплекс HydroGeo.

Программный комплекс t-Navigator.

Программный комплекс Eclipse.

Программный комплекс Petrel.

4.4 Темы и планы лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических/лабораторных занятий	Объем в часах
1	Основные понятия моделирования. Этапы развития моделирования месторождений УВ	<i>Занятие в форме семинара</i> Содержание занятия: Тема 1. История моделирования пластовых систем. Геологическое, гидродинамическое моделирование как часть процесса управления разработкой месторождения. Объекты моделирования.	2
2	Основные стадии компьютерного моделирования	<i>Выполнение заданий на компьютерах</i> Тема 2. Начало работы в t-Navigator Создание нового проекта. Изучение интерфейса программы. Контекстная справка. Копирование настроек визуализации.	14

		<p>Тема 3. Визуализация скважинной информации</p> <p>Визуализация скважинной информации. Составление шаблона визуализации данных.</p> <p>Тема 4. Структурное моделирование</p> <p>Структурное моделирование: создание региона, локальная интерполяция, средства 3D визуализации, функции окна инструментов, построение структурной карты в изолиниях, построение карты общих толщин.</p> <p>Тема 5. 3D Моделирование</p> <p>3D Моделирование: модуль 3D визуализации, управление визуализацией данных в окне 3D, расчет кубов.</p> <p>Тема 6. Литологическое моделирование</p> <p>Литологическое моделирование: расчет куба литологии по кубу АПС, расчет куба литологии из принципиальной модели, расчет куба песчанистости NTG.</p> <p>Тема 7. Построение карт</p> <p>Определение водонефтяного контакта. Построение карты эффективных нефтенасыщенных толщин. Построение карты нефтенасыщенных толщин.</p> <p>Тема 8. Параметрическое моделирование</p> <p>Параметрическое моделирование: построение куба пористости, построение карты пористости, построение куба проницаемости, построение карты проницаемости, построение куба нефтенасыщенности, построение карты нефтенасыщенности, построение карты нефтенасыщенной пористости</p>	
3	Модели фильтрации	<p><i>Выполнение заданий на компьютерах</i></p> <p>Тема 9. Создание и редактирование различных вариантов моделей (Препроцессор)</p> <p>Создание и расчет вариантов модели:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 – начальный вариант 2 – отредактировать ОФП в табличной форме 3 – преобразовать таблицы ОФП в корреляцию Кори и модифицировать концевые точки 4 – новая стратегия: новые значения забойных давлений 5 – изменить проницаемость около скважин <p>Тема 10. Создание водоносного горизонта</p> <p>В качестве примера рассмотрим присоединение аквифера:</p>	18

		<p>1. К одной стороне модели, выделенной многоугольником</p> <p>2. Ко всем сторонам модели, с помощью многоугольника содержащего всю модель</p> <p>3. К нескольким слоям, с помощью кисти</p> <p>4. К нескольким слоям с помощью IF() условий</p> <p>5. К подошве коллектора с притоком, направленным вверх</p> <p>6. На глубине ВНК (блоки ниже ВНК – делаем неактивными)</p> <p>Тема 11. Диаграммы Вороного в Дизайнере Моделей</p> <p>Диаграммы Вороного используются для приблизительной оценки запасов в районе скважины. Также они используются для приблизительной оценки зоны дренирования скважин.</p> <p>Построенные диаграмма Вороного можно выгрузить как отчетные регионы FIP и далее оценивать в них запасы и другие параметры, построить графики.</p> <p>Тема 12. Проектирование разработки месторождения: добавление вертикальных и горизонтальных скважин</p> <p>Добавление и редактирование вертикальной и горизонтальной скважин в графическом интерфейсе, перфорация</p> <p>Оптимизация с учетом DLS, отображение DLS (степени искривления ствола)</p> <p>Задание контроля скважины для стратегии разработки</p> <p>Добавление ствола для горизонтальной скважины</p> <p>Расчёт модели и просмотр графиков</p> <p>Экспорт траекторий в формате WELLTRACK (X, Y, Z, MD)</p> <p>Тема 13. Создание модели с большим количеством скважин. Правила по скважинам</p> <p>Добавление истории добычи и перфораций за следующий год</p> <p>Экспорт динамической модели</p> <p>Правила по скважинам</p> <p>Тема 14. Создание модели двойной пористости в Дизайнере Моделей</p> <p>Создать модель двойной пористости в Дизайнере Моделей</p> <p>Инициализировать и рассчитать гидродинамическую модель, визуализировать результаты расчета</p>	
--	--	--	--

		<p>Тема 15. Создание композиционной модели</p> <p>Вариант 1. Создание композиционной модели с одним EOS регионом</p> <p>Вариант 2. Добавление в модель зависимости компонентного состава от глубины</p> <p>Вариант 3. Модель с множественными EQUIL и EOS регионами</p> <p>Тема 16. Использование трассеров (индикаторов) в Дизайнере Моделей</p> <p>В модели с помощью трассеров (индикаторов) вода помечается следующими способами:</p> <p>вся вода, которая есть в пласте на момент начала расчета</p> <p>вода, закачиваемая нагнетательными скважинами</p> <p>По графикам добычи трассеров оцениваем время прорыва воды из нагнетательных скважин в добывающие</p> <p>Тема 17. Автоадаптация с контролем по молярным дебитам</p> <p>Загрузить исторические данные для месторождения (Дизайнер Моделей)</p> <p>Создать групповой контроль по историческим данным (Дизайнер Моделей)</p> <p>Назначить скважинам групп. контроль по мол. дебитам (Дизайнер Моделей)</p> <p>Обратное распределение и адаптация (Модуль Автоадаптации)</p>	
4	Специализированные прикладные программные продукты. Области их применения	<p><i>Занятие в форме семинара</i></p> <p>Тема 17. Обзор специализированных прикладных программных продуктов. Области их применения.</p>	2
	ИТОГО		36

5. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Основные понятия моделирования. Этапы развития моделирования месторождений УВ	Лекция	Вводная лекция-информация с использованием презентации. Лекция-беседа с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения
		Лабораторное занятие	Занятие в форме семинара. Использование блиц-опроса, обсуждения презентаций, докладов

		Самостоятельная работа	Проработка и повторение лекционного материала Подготовка к лабораторным занятиям Консультирование посредством электронной почты
2.	Основные стадии компьютерного моделирования	Лекция	Лекция-информация с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения
		Лабораторное занятие	Выполнение заданий на компьютерах
		Самостоятельная работа	Проработка и повторение лекционного материала Подготовка к лабораторным занятиям Консультирование посредством электронной почты
3.	Модели фильтрации	Лекция	Лекция-информация с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения
		Лабораторное занятие	Выполнение заданий на компьютерах
		Самостоятельная работа	Проработка и повторение лекционного материала Подготовка к лабораторным занятиям Консультирование посредством электронной почты
4.	Специализированные прикладные программные продукты. Области их применения.	Лекция	Лекция-информация с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения
		Лабораторное занятие	Занятие в форме семинара. Использование блиц-опроса, обсуждения презентаций, докладов
		Самостоятельная работа	Проработка и повторение лекционного материала Подготовка к лабораторным занятиям Консультирование посредством электронной почты

6. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся

Для текущего контроля могут применяться тесты, соответствующие содержанию тем разделов.

1. Модель нелетучей нефти или black oil model – это

- 1) модель трехфазной изотермической фильтрации
- 2) модель однофазной фильтрации
- 3) модель неизотермической фильтрации
- 4) все перечисленное

2. При изотермической фильтрации флюиды в пласте находятся

- 1) при высокой температуре и в состоянии термодинамического равновесия
- 2) при низкой температуре и в состоянии термодинамического равновесия
- 3) при постоянной температуре и в состоянии термодинамического равновесия
- 4) при постоянной температуре и в состоянии равновесия

3. Модель трехфазной трехкомпонентной фильтрации имеет следующие принципиальные ограничения:

1) свойства свободного и растворенного в нефти газа являются одинаковыми; свойства дегазированной нефти и конденсата являются идентичными; модель не позволяет описать динамику фракционного состава нефти (конденсата) и компонентного состава газа в процессе разработки; описание фазового равновесия вода-нефть для углеводородных смесей осуществляется с большой погрешностью

2) свойства свободного и растворенного в нефти газа являются неодинаковыми; свойства дегазированной нефти и конденсата являются идентичными; модель не позволяет описать динамику фракционного состава нефти (конденсата) и компонентного состава газа в процессе разработки; описание фазового равновесия жидкость-газ для углеводородных смесей осуществляется с большой погрешностью

3) свойства свободного и растворенного в нефти газа являются одинаковыми; свойства дегазированной нефти и конденсата не являются идентичными; модель не позволяет описать динамику фракционного состава нефти (конденсата) и компонентного состава газа в процессе разработки; описание фазового равновесия жидкость-газ для углеводородных смесей осуществляется с большой погрешностью

4) свойства свободного и растворенного в нефти газа являются одинаковыми; свойства дегазированной нефти и конденсата являются идентичными; модель не позволяет описать динамику фракционного состава нефти (конденсата) и компонентного состава газа в процессе разработки; описание фазового равновесия жидкость-газ для углеводородных смесей осуществляется с большой погрешностью

4. Какая модель применима для моделирования газовой залежи в режиме истощения?

- 1) модель трехфазной изотермической фильтрации
- 2) модель однофазной фильтрации
- 3) модель неизотермической фильтрации
- 4) двухфазная математическая модель

5. Какая модель применима для моделирования газовых месторождений с активной законтурной областью или подземных хранилищ газа в водоносных пластах

- 1) модель трехфазной изотермической фильтрации
- 2) модель однофазной фильтрации
- 3) двухфазная математическая модель (газ+вода)
- 4) двухфазная математическая модель (нефть+вода)

6. Под инициализацией начального равновесия понимается

- 1) воспроизведение начального распределения давлений и насыщенностей в пласте
- 2) воспроизведение начального распределения давлений и температуры в пласте
- 3) воспроизведение начального распределения давлений и плотности газа в пласте
- 4) воспроизведение начального распределения давлений и вязкости нефти

7. Объемный коэффициент газа – это

- 1) отношение объема газа в пластовых условиях к объему газа, приведенного к атмосферному давлению и насыщенности

- 2) отношение объёма газа в пластовых условиях к объёму газа, приведённого к атмосферному давлению и плотности газа
- 3) отношение объёма газа в пластовых условиях к объёму газа, приведённого к атмосферному давлению и температуре
- 4) отношение объёма газа в пластовых условиях к общему объёму газа

8. Объемный коэффициент нефти – это

- 1) отношение объема пластовой нефти к объему сепарированной из нее нефти при нестандартных условиях
- 2) отношение объема пластовой нефти к общему объему нефти при стандартных условиях
- 3) отношение общего объема нефти к объему сепарированной из нее нефти
- 4) отношение объема пластовой нефти к объему сепарированной из нее нефти при стандартных условиях

9. Объемный коэффициент пластовой воды – это

- 1) отношение общего объёма воды в пластовых условиях к общему объёму воды в стандартных условиях
- 2) отношение удельного объёма воды в пластовых условиях к удельному объёму воды в стандартных условиях
- 3) отношение удельного объёма воды в пластовых условиях к общему объёму воды в стандартных условиях
- 4) отношение общего объёма воды в пластовых условиях к удельному объёму воды в стандартных условиях

10. Какая модель строится в первую очередь?

- 1) сначала геологическая, а на ее основе гидродинамическая
- 2) сначала гидродинамическая, а на ее основе геологическая модель
- 3) сначала происходит распределение скважин, а потом построение гидродинамической модели
- 4) математическая модель

11. Критериями для выбора типа модели, при гидродинамическом моделировании разработки месторождений УВ, являются:

- 1) фазовое состояние
- 2) применяемые годы разработки
- 3) все перечисленное
- 4) тип коллектора

12. Ремасштабированием называется:

- 1) процесс перехода от мелкомасштабной геологической модели к крупномасштабной гидродинамической модели
- 2) процесс перехода от мелкомасштабной гидродинамической модели к крупномасштабной геологической модели
- 3) процесс перехода от мелкомасштабной геологической модели к крупномасштабной геологической модели
- 4) процесс перехода от мелкомасштабной гидродинамической модели к крупномасштабной гидродинамической модели

6.1 Контрольные вопросы для проведения текущего контроля

1. Использование, какого метода позволяет наиболее быстро оценить решение задачи?
2. Какие сведения известны при построении модели нефтяного месторождения?
3. Какая модель строится в первую очередь?
4. Какие элементы присутствуют на приведенной структуре объекта

моделирования?

5. История развития геологического и гидродинамического моделирования месторождений нефти и газа.
6. Современные программные продукты 3D моделирования месторождений нефти и газа. Цели и решаемые задачи.
9. Способы адаптации гидродинамической модели и их особенности.
10. История компьютерного моделирования разработки месторождений нефти и газа.
11. Создание относительных фазовых проницаемостей для 3D модели.
12. Сущность адаптации геолого-технологической модели.
13. Обоснование выбора активного водоносного горизонта.
14. Влияние анизотропии продуктивных отложений на динамику вытеснения нефти водой.
15. Влияние анизотропии продуктивных отложений на динамику вытеснения нефти газом.
16. Сущность водогазового воздействия и способы его реализации при компьютерном моделировании.
17. Что такое не соседние соединения.
18. Обоснование выбора величины скин-фактора в добывающих скважинах.

6.2 Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации. Примерный перечень вопросов к зачету

1. История развития моделирования пласта (чем характеризуется каждый из этапов).
2. Гидродинамическая модель. Симуляторы пласта (что это такое, какие бывают, для чего нужны).
3. Схематичное представление процесса принятия решений при управлении разработкой на основе трехмерного гидродинамического моделирования.
4. Основные модели фильтрации в пористой среде (перечислить).
5. Модель нелетучей нефти или black oil model (предположения, основные возможности).
6. Модель трехфазной многокомпонентной изотермической фильтрации (предположения, область применения).
7. Модель неизотермической фильтрации (предположения, область применения).
8. Модель двойной пористости/проницаемости (типы пустотности, способы моделирования трещиноватых пород, отличие моделей одной и двойной проницаемостей).
9. Исходная информация для гидродинамического моделирования: геометрия пласта и свойства породы.
10. Типы сеток: декартовые (блочко-центрированная, угловой точки), радиальная.
11. Исходная информация для гидродинамического моделирования: свойства флюидов (перечислить, вид).
12. Исходная информация для гидродинамического моделирования: функции насыщения (перечислить, вид).
13. Типы исходных данных и их точность.
14. Исходная информация для гидродинамического моделирования: промысловые данные.
15. Цели исследований, проводимых на основе гидродинамического моделирования.
16. Выбор типа модели.
17. Этапы построения фильтрационной модели.
18. Ремасштабирование геологической модели месторождения (основные понятия, способы осреднения целочисленных и емкостных свойств).
19. Инициализация начального распределения флюидов в пласте (использование куба насыщенности, использование истинных кривых капиллярного давления,

использование J-функции Леверетта).

20. Моделирование скважин (исходная информация, возможности задания режимов работы, формула Писмана).

21. Моделирование вертикальной скважины, вскрывшей несколько слоев.

22. Методы воспроизведения истории разработки (определение, основные этапы, общие подходы, наиболее часто изменяемые параметры).

7. Система оценивания планируемых результатов обучения

Форма контроля	За одну работу		Всего
	Миним. баллов	Макс. баллов	
Текущий контроль:			
- активная работа на семинарах	0 баллов	3 баллов	6 баллов
- выполнение заданий на лабораторных работах	1 баллов	3 баллов	48 баллов
- тестирование	1 баллов	6 баллов	6 баллов
Промежуточная аттестация (экзамен)	20 баллов	40 баллов	40 баллов
Итого за семестр	100 баллов		

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Основная литература

1) Каневская, Р. Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов / Р. Д. Каневская. – Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019. – 128 с. – ISBN 978-5-4344-0797-7. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/92049.html>

2) Серебряков, А. О. Экологическое и геологическое моделирование месторождений: монография / А. О. Серебряков, О. И. Серебряков. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 356 с. - ISBN 978-5-8114-3350-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/115496>

8.2 Дополнительная литература

1) Пятибратов П. В. Гидродинамическое моделирование разработки нефтяных месторождений: Учеб. пособие для вузов. – М.: Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015. – 167 с.

2) Компьютерное моделирование: учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков - Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2018. - 264 с. Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/911733>.

3) Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов : учебник / Г.И. Ефремов. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 255 с. Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/872080>

4) Деева, В.С. Компьютерное моделирование в нефтегазовом деле: учебное пособие / В.С. Деева; Томский политехнический университет. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2018. - 86 с. Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1043846>

8.3 Программное обеспечение

1. Windows 10 Pro;
2. WinRAR;
3. Microsoft Office Professional Plus 2013;
4. Microsoft Office Professional Plus 2016;

5. Microsoft Visio Professional 2016;
6. Visual Studio Professional 2015;
7. Adobe Acrobat Pro DC;
8. ABBYY FineReader 12;
9. ABBYY PDF Transformer+;
10. ABBYY FlexiCapture 11;
11. Программное обеспечение «interTESS»;
12. Справочно-правовая система «Консультант Плюс», версия «эксперт»;
13. ПО Kaspersky Endpoint Security;
14. «Антиплагиат.ВУЗ» (интернет - версия);
15. «Антиплагиат - интернет».
16. t-Navigator

8.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Интернет – ресурс: Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>);
2. Интернет – ресурс: <http://www.iprbookshop.ru/> Электронно-библиотечная система «IPR BOOKS»;
3. Интернет – ресурс: www.biblioclub.ru/ Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»;
4. Интернет – ресурс: <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система Университетская библиотека «Лань»;
5. Интернет – ресурс: <https://cntd.ru> Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации.
6. Журнал «Бурение и нефть». Режим доступа: <http://burneft.ru/archive/issues>
7. Журнал «Нефтегазовые технологии». Режим доступа: <http://ogt.promzone.ru>
8. Научно-технический журнал «Технологии нефти и газа». Режим доступа: <http://www.nitu.ru>
9. Журнал «Инженерная Практика». Режим доступа: <http://glavteh.ru/mag>
10. Журнал «Территория НЕФТЕГАЗ». Режим доступа: <http://www.neftegas.info/neftegas.html>
11. Журнал «Нефтесервис». Режим доступа: <http://www.indpg.ru/oilfieldservice>
12. Отраслевой информационно-технический журнал «Сфера нефть и газ». Режим доступа: <http://www.s-ng.ru/magazin/0>

9. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
- акустический усилитель и колонки;
- Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- 1) Библиотечный фонд ФГБОУ ВО «СахГУ»;
- 2) Мультимедийное оборудование для чтения лекций-презентаций;
- 3) Технологическое и компьютерное виртуальное оборудование;
- 4) Пакет прикладных обучающих программ.

При подготовке к лабораторным занятиям и самостоятельной работе можно использовать компьютерные классы со стандартным программным обеспечением.

Лекционные занятия должны проходить в мультимедийной аудитории, оснащенной компьютером и проектором. Лекции желательно сопровождать презентацией, содержащей теоретический иллюстративный материал.

Презентация должна быть построена по следующему принципу: тема, цель, задачи лекции, краткое содержание предыдущей лекции, теоретический материал, итоги лекционного занятия, обозначены вопросы и задания для самостоятельного изучения, тема следующей лекции.