

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



Попова Я.П.
«27» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

Б1.О.34 Гидродинамическое моделирование

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

05.03.01 Геология

Профиль подготовки

Цифровая геология

Программа подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.О.34 Гидродинамическое моделирование составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 05.03.01 Геология

Программу составил:

старший преподаватель
кафедры геологии и нефтегазового дела



Перунова Е.А.

Рабочая программа дисциплины Гидродинамическое моделирование утверждена на заседании кафедры геологии и нефтегазового дела протокол № 6 от «04» февраля 2025 г.

Заведующий кафедрой
геологии и нефтегазового дела:



Денисова Я.В.

1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины (модуля) - получение студентами знаний теоретических основ и получение практических навыков построения гидродинамических моделей на базе современного программного обеспечения.

Задачи дисциплины (модуля):

- формирование у обучающихся знаний, умений и навыков по созданию гидродинамической модели;
- овладеть навыками практической работы по построению гидродинамической модели.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана 05.03.01 Геология.

Пререквизиты дисциплины: Цифровая грамотность в геологии, Информационно-коммуникационные технологии, Литология, Структурная геология, Цифровые геологические базы, Цифровое геологическое моделирование.

Постреквизиты дисциплины: Моделирование геологических процессов с помощью компьютерных технологий.

3 Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК - 4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем	ОПК-4.1. Знает основные информационно-коммуникационные технологии, в том числе технологии геоинформационных систем. ОПК-4.2. Умеет применять основные информационно-коммуникационные технологии, в том числе технологии геоинформационных систем для решения профессиональных задач в области геологии. ОПК-4.3. Владеет способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем.

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоемкость	108	108
Контактная работа:	70	70
Лекции (Лек)	32	32
Практические занятия (ПР)	0	0
Лабораторные работы (Лаб)	32	32
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО)	5	5
<i>Проведение текущих консультаций</i>	3	3
<i>Индивидуальная работа со студентами</i>	2	2
Контактная работа в период промежуточной аттестации (КонтПА)	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, зачет с оценкой)	экзамен	экзамен
Контроль	26	26
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)	12	12

4.2 Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины/ темы	семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			контактная			Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	Раздел 1 Введение. Понятие о гидродинамическом моделировании	7	4		4	4	Блиц-опрос Выполнение заданий на компьютерах
2	Раздел 2 Модели фильтрации, основные уравнения и их решения	7	6		6	4	Блиц-опрос Тестирование Выполнение заданий на компьютерах
3	Раздел 3 Построение гидродинамических моделей	7	22		22	4	Блиц-опрос Выполнение заданий на компьютерах
	Экзамен						По билетам
	итого:		32		32	12	

4.3 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Понятие о гидродинамическом моделировании

История моделирования пластовых систем.

Гидродинамическое моделирование как часть процесса управления разработкой месторождения. Объекты моделирования.

Обзор программных продуктов для гидродинамического моделирования. Преимущества и недостатки программных продуктов.

Раздел 2. Модели фильтрации, основные уравнения и их решения

Основные физико-химические свойства флюидов (вода, нефть, газ, газоконденсат). Исходные данные, необходимые для построения моделей.

Типы моделей продуктивных пластов (физические, математические, детерминированных (адресных), стохастические (вероятностные) модели). Модель однородного пласта. Модель слоистого пласта. Модель трещиноватого пласта. Модель трещиновато-пористого пласта.

Классификация фильтрационных моделей. Требования к фильтрационным моделям. Основные этапы создания фильтрационных моделей. Исходные данные для построения фильтрационной модели. Выходные данные (результаты) построения фильтрационной модели.

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

Раздел 3. Построение гидродинамических моделей

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

Основные этапы создания гидродинамических моделей. Исходные данные для построения модели. Анализ существующей гидродинамической модели: 3D, свойства сетки, статистика, 2D, изолинии, Гистограмма, Фильтры для вычисления запасов для FIP регионов, Кроссплоты, графические фильтры для Кроссплотов, Горизонтальные и вертикальные сечения. Дебиты, Накопленные и т.д. для месторождения и скважин с помощью Шаблонов графиков. Оценка качества настройки модели на историю разработки.

4.4 Темы и планы лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических/лабораторных занятий	Объем в часах
1	Введение. Понятие о гидродинамическом моделировании	<i>Выполнение заданий на компьютерах</i> Тема 1. t-Navigator. Обзор функционала шаблонов в Дизайнер Моделей. Тема 2. Создание проекта в Дизайнере Моделей. Работа с панелями Настроек, Расчетов, Визуализации. Выбор системы координат.	4
2	Модели фильтрации, основные уравнения и их решения	<i>Выполнение заданий на компьютерах</i> Тема 3. Загрузка существующей модели. Настройка свойств. Тема 4. Анализ модели в Дизайнере Моделей Тема 5. Оценка качество настройки модели на историю разработки.	6

3	Построение гидродинамических моделей	<i>Выполнение заданий на компьютерах</i> Тема 6. Переход от геологической модели к гидродинамической. Тема 7. Создание и редактирование различных вариантов моделей Тема 8. Загрузка rescue-файла и создание модели. Тема 9. Создание водоносного горизонта. Тема 10. Проектирование разработки месторождения: добавление вертикальных и горизонтальных скважин Тема 11. Создание трещин ГРП в Дизайнере Моделей Тема 12. Создание модели с большим количеством скважин Тема 13. Работа с таблицей ГРП. Тема 14. Создание модели двойной пористости в Дизайнере Моделей Тема 15. Создание композиционной модели Тема 16. Использование трассеров (индикаторов) в Дизайнере Моделей	22
	ИТОГО		32

5 Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Введение. Понятие о гидродинамическом моделировании	Лекция 1, 2 Лабораторная работа: 1, 2 Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения Лекция-информация с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения Выполнение заданий на компьютерах Проработка и повторение лекционного материала Подготовка к лабораторным занятиям Консультирование посредством электронной почты
2.	Модели фильтрации, основные уравнения и их решения	Лекция: 3, 4, 5, 6. Лабораторная работа: 3, 4, 5, 6. Самостоятельная работа	Лекция-информация с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения Выполнение заданий на компьютерах Проработка и повторение лекционного материала Подготовка к лабораторным занятиям Консультирование посредством электронной почты

3.	Построение гидродинамических моделей	Лекция: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16. Лабораторная работа: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16. Самостоятельная работа	Лекция-информация с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения Выполнение заданий на компьютерах Проработка и повторение лекционного материала Подготовка к лабораторным занятиям Подготовка к промежуточной аттестации Консультирование посредством электронной почты
----	--------------------------------------	---	--

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

Примеры заданий для проведения текущего контроля

1. Создать проект в Дизайнере Моделей.
2. Загрузить существующую гидродинамическую модель: 3D, свойства сетки, стати-стика, 2D, изолинии, Гистограмма, Фильтры для вычисления запасов для FIP регионов, Кроссплоты, графические фильтры для Кроссплотов, Горизонтальные и вертикальные сечения.
3. Задавать настройки и опции визуализации, фильтры по скважинам и по свойствам.
4. Запустить гидродинамическую модель и проанализировать Дебиты, Накопленные с помощью Шаблонов графиков
5. Оценить качество совпадения с историей.
6. Загрузить модель BlackOilDEMO в Дизайнер Моделей и рассчитать.
7. Улучшить качество адаптации и модифицировать значения забойных давлений.
8. Загрузка данных из rescue-файла. Свойства. Калькулятор.
9. Свойства флюидов. ОФП.
10. Свойства флюидов. PVT.
11. PVT Дизайнер: Нефть. PVT Дизайнер: Газ.
12. Начальные свойства: EQUIL, RSVD.
13. Загрузка истории по добывающим скважинам. Загрузка событий.
14. Создание временных шагов.
15. Правила. Задание контролей по скважинам.
16. Добавление свойств сетки в динамическую модель. Добавление свойств флюида в модель.
17. Выбор стратегии для варианта модели. Runspes.
18. Создание аквифера.
19. Расчет регионов Вороного. Радиус влияния скважины.
20. Использование фильтра по скважинам.
21. Расчет статических свойств по регионам.
22. Задать пользовательский отчетный регион FIP.
23. Создание регионов Вороного для Динамической модели.
24. Расчет запасов по регионам.
25. Создание/редактирование свойств с помощью множителей

26. Калькулятор. Арифметика
27. Калькулятор. Блок
28. Калькулятор. Цилиндр
29. Создание регионов с помощью кисточки
30. Создание новых вариантов модели с другими свойствами.

Пример тестовых заданий

1. Модель нелетучей нефти или black oil model – это
 - 1) модель трехфазной изотермической фильтрации
 - 2) модель однофазной фильтрации
 - 3) модель неізотермической 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. Какая модель применима для моделирования газовой залежи в режиме истощения?
 - 1) модель трехфазной изотермической фильтрации
 - 2) модель однофазной фильтрации
 - 3) модель неізотермической фильтрации
 - 4) двухфазная математическая модель
4. 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)
5. 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
6. Что необходимо выполнить перед началом гидродинамических расчетов геологической модели?
 - 1) Создать математическую модель
 - 2) Адаптацию петрофизических свойств
 - 3) Масштабирование ячеек сетки
 - 4) Ремасштабирование
7. Гидродинамическая модель месторождения это
 - 1) математическая модель, заменяющая физические процессы в месторождении нефти или газа при его разработке
 - 2) математическая модель, изменяющая физические процессы в месторождении нефти или газа при его разработке
 - 3) математическая модель, отображающая физические процессы в месторождении нефти или газа при его разработке
 - 4) математическая модель, воспроизводящая физические процессы в месторождении нефти или газа при его разработке
8. Гидродинамический симулятор – это
 - 1) компьютерная программа, которая решает уравнения переноса тепла и массы в

поровой среде, при соответствующих начальных и граничных условиях

- 2) компьютерная программа, позволяющая строить геологическую модель
- 3) компьютерная программа, которая решает математические уравнения
- 4) компьютерная программа, которая позволяет ремасштабирование

геологической модели месторождения

9. 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
10. 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

Контрольные вопросы к экзамену

1. Гидродинамическая модель. Симуляторы пласта (что это такое, какие бывают, для чего нужны).

2. Исходная информация для гидродинамического моделирования.

3. Цели исследований, проводимых на основе гидродинамического моделирования.

4. Этапы перехода от геологической модели к гидродинамической.

5. Что означает ремасштабирование?

6. Контроль качества ремасштабирования.

7. Основные этапы создания гидродинамических моделей.

8. Фильтры для вычисления запасов для FIP регионов.

9. Что такое Кроссплоты? Графические фильтры для Кроссплотов.

10. Что такое Гистограмма?

11. Горизонтальные и вертикальные сечения.

12. Оценка качества настройки модели на историю разработки.

13. Редактирование различных вариантов моделей.

14. Создание кубов проницаемости ОФП.

15. Начальные свойства.

16. Рассчитанные свойства.

17. PVT.

18. Свойства породы, равновесие.

19. Правила по скважинам (контроли).

20. Сборка варианта динамической модели.

21. Расчет модели и результаты на графиках.

22. Численный аквифер.

23. Аквифер с постоянным притоком.

24. Аквифер Фетковича.

25. Аквифер Картера-Трейси.

26. Способы подключения аквифера.

27. Примеры использования Диаграммы Вороного.

28. Опции визуализации, фильтры по скважинам и по свойствам.

29. Набора основных инструментов для редактирования свойств.

30. Для чего предназначен Дизайнер Моделей в t-Navigator?

7 Система оценивания планируемых результатов обучения

Форма контроля	За одну работу		Всего
	Миним. баллов	Макс. баллов	
Текущий контроль:			
- опрос	1	1	7 баллов
- тестирование	1	5	5 баллов
- выполнение задания лабораторных работ	1	3	48 баллов
Промежуточная аттестация Выполнение экзаменационного задания	20	40	40 баллов
Итого за семестр (дисциплину) <i>экзамен</i>			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. 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. Телегин И.Г. Моделирование разработки залежей углеводородов с помощью симулятора tNavigator: учебное пособие / И. Г. Телегин, В. М. Александров. — Тюмень: ТИУ, 2023. — 199 с. — ISBN 978-5-9961-3052-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364163>

8.2 Дополнительная литература

1. 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>
2. 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.
3. 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. ПО KasperskyEndpointSecurity
12. «Антиплагиат.ВУЗ» (интернет - версия);
- 13 «Антиплагиат - интернет».
14. 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. Интернет – ресурс: <http://www.ngtp.ru/jornal.html> Журнал «Нефтегазовая геология. Теория и практика».
7. Интернет – ресурс: <http://vniioeng.mcn.ru/inform/geolog> Журнал «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений» (Электронный ресурс);
8. Интернет – ресурс: <http://www.burneft.ru> Журнал «Бурение и нефть» (Электронный ресурс);
9. Интернет – ресурс: <https://neftynik.ru/modelirovanie-oil-fields/> Гидродинамическое моделирование нефтяных месторождений (Электронный ресурс).

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 (модуля)

- 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.