

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.02.2025 16:41:30  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

Приложение к рабочей  
программе дисциплины

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Наименование дисциплины	<i>Численные методы решения задач нефтегазовой отрасли</i>
Направление подготовки / Специальность	<i>03.03.02 Физика, 16.03.01 Техническая физика</i>
Направленность (профиль) / Специализация	<i>Для всех профилей указанных направлений подготовки</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Разработчики	<i>Гильманов Александр Янович, доцент кафедры моделирования физических процессов и систем, Шевелёв Александр Павлович, профессор кафедры моделирования физических процессов и систем</i>

## 1. Темы дисциплины для самостоятельного освоения обучающимися

1. Решение задачи о распространении тепла в пласте с помощью метода автомоделльной переменной. Решить задачу о распространении тепла в пласте с помощью метода автомоделльной переменной. Литература: Физика нефтяного и газового пласта: учебное пособие / составители: М. В. Коровкин, Н. Э. Пулькина. — Физика нефтяного и газового пласта. — Томск: Томский политехнический университет, 2019 — 80 с.

2. Написание отчёта по решению задачи о распространении тепла в пласте с помощью явной конечно-разностной схемы. Написать отчёт по практической работе. Литература:

1. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1: Учебное пособие для вузов / Пименов В. Г. — Москва: Юрайт, 2020. — 111 с.

2. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2: Учебное пособие для вузов / Пименов В.Г., Ложников А. Б. — Москва: Юрайт, 2021. — 107 с.

3. Написание научного отчёта по решению задачи об инициации процесса SAGD. Написать отчёт по практической работе. Литература: Мусакаев, Наиль Габсалямович. Течения газожидкостных смесей в каналах: теория и вычислительный эксперимент / Н. Г. Мусакаев; М-во образования и науки РФ, Тюм. гос. ун-т, Ин-т теор. и прикл. механики им. С. А. Христиановича СО РАН. — Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2017 — 148 с.4. Дифференцированный зачёт. Подготовиться к дифференцированному зачёту и сдать его.

Литература:

1. Мусакаев, Наиль Габсалямович. Течения газожидкостных смесей в каналах: теория и вычислительный эксперимент / Н. Г. Мусакаев; М-во образования и науки РФ, Тюм. гос. ун-т, Ин-т теор. и прикл. механики им. С. А. Христиановича СО РАН. — Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2017 — 148 с.

2. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1: Учебное пособие для вузов / Пименов В. Г. — Москва: Юрайт, 2020. — 111 с.

3. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2: Учебное пособие для вузов / Пименов В.Г., Ложников А. Б. — Москва: Юрайт, 2021. — 107 с.

4. Физика нефтяного и газового пласта: учебное пособие / составители: М. В. Коровкин, Н.Э. Пулькина. — Физика нефтяного и газового пласта. — Томск: Томский политехнический университет, 2019 — 80 с.

## 2. План самостоятельной работы

№ п/п	Учебные встречи	Виды самостоятельной работы	Форма отчетности/ контроля	Количество баллов	Рекомендуемый бюджет времени на выполнение (ак.ч.)
1	2	3	4	5	6
1	Решение задачи о распространении тепла в пласте с помощью метода автомоделльной переменной	Решить задачу	Проверка правильности хода решения задачи в тетради	1	6
2	Написание отчёта по решению задачи о распространении тепла в пласте с помощью явной конечно-разностной схемы	Написать отчёт по практической работе	Защита отчёта	19	20

3	Написание научного отчёта по решению задачи об инициации процесса SAGD	Написать отчёт по практической работе	Защита отчёта	19	20
4	Дифференцированный зачёт	Подготовка к дифференцированному зачёту	Успешная сдача дифференцированного зачёта	0	34

3. Требования и рекомендации по выполнению самостоятельных работ обучающихся, критерии оценивания

Рекомендации по решению задачи:

- Изучите лекционные материалы и дополнительные источники информации.
- Подумайте, как ввести автомоделную переменную.
- Ознакомьтесь со специальными функциями.

Оформлять в тетради с пояснением хода решения. Срок предоставления – 1 неделя. При успешном выполнении ставится 1 балл, при некорректном выполнении или отсутствии предоставления задания – 0 баллов.

Рекомендации по оформлению отчётов по практическим работам.

Перед написанием отчёта проработайте лекции. Соблюдайте следующую структуру отчёта:

1. Титульный лист, оформленный по актуальным на момент написания работы требованиям университета.
2. Содержание.
3. Введение, в котором описывается актуальность проблемы.
4. Физическая постановка задачи, в которой описывается задача, основные допущения, рисунки.
5. Математическая постановка задачи, в которой описываются основные уравнения. Формулировка замкнутой модели, итоговые уравнения и методы их решения. Допустимо объединение пунктов 4 и 5 в «Постановку задачи». Также допустимо выделение методов решения в отдельный раздел.
6. Алгоритм или блок-схема программы. Что-либо одно из этих эквивалентных понятий.
7. Код (листинг) программы.
8. Результаты расчётов и их анализ. Графики, таблицы, цифры, их анализ, характерные особенности, связь с физикой явлений, проявление особенностей методов решения.
9. Выводы. Что Вы делали? Что Вы сделали? Что получили и какие рекомендации даёте? Почему такой результат получился и с чем он связан?
10. Список литературы, оформленный по ГОСТ.

Рекомендуемый шрифт написания отчёта – Times New Roman, кегль 12 или 14, иных требований нет.

Срок предоставления – 2 недели.

Защита работы производится с отчётом в формате беседы с преподавателем.

Критерии оценивания отчётов:

3 балла – качество выполнения (за каждую ошибку отнимается 1 балл, результат не может быть меньше 0 баллов, в случае отсутствия отчёта ставится 0 баллов).

Задаётся 3 вопроса, каждый из которых при правильном ответе (полнота ответа свыше 90%) приносит 3 балла, при полноте ответа от 50% до 90% включительно – 2 балла, при ответе с правильностью от 25% до 49% включительно – 1 балл, в ином случае – 0 баллов.

#### 4. Рекомендации по самоподготовке к промежуточной аттестации по дисциплине

Дифференцированный зачёт проводится в устной форме и является инструментом промежуточной аттестации для обучающихся, не набравших 61 балл в течение семестра или не согласных с оценкой, полученной по итогам текущего контроля.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «не зачтено»;
- от 61 балла и более – «зачтено», причём:
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

Дифференцированный зачёт проводится в устной форме по билетам, состоящим из 3 устных вопросов. При подробном ответе на 3 вопроса ставится оценка "отлично", при подробном ответе на 2 вопроса и неполном ответе на 3 вопроса ставится оценка "хорошо", при ответе только на 2 вопроса – "удовлетворительно", в случае невыполнения указанных требований – "не зачтено". Преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по изученному материалу студенту в ходе беседы на зачёте, если ответ студента не является полным, в ходе такой беседы в случае полноты ответов ставится оценка «отлично», в случае наличия 1-2 ошибок в ходе ответов – «хорошо», в случае ответов более чем на 50% вопросов – «удовлетворительно», в противном случае – «не зачтено», причём преподаватель имеет право задать дополнительные вопросы по тем темам, занятия по которым пропустил студент.

Рекомендации для подготовки:

Повторите материалы и ключевые вопросы, обсуждавшиеся в лекциях, и обратите особое внимание на ключевые понятия и теории. Убедитесь, что вы чётко понимаете основные термины, такие как численные методы решения уравнений, сходимость, устойчивость, порядок аппроксимации. Используйте дополнительные ресурсы для углубленного изучения.

Вопросы к дифференцированному зачёту:

1. Актуальные задачи нефтегазовой отрасли.
2. Тепловые методы увеличения нефтеотдачи.
3. Метод автомодельной переменной.
4. Решение задачи о распространении тепла в пласте с помощью метода автомодельной переменной. Функция ошибок. Начальные и граничные условия.
5. Определение времени прогрева пласта.
6. Явная конечно-разностная схема.
7. Порядок аппроксимации производных по явной конечно-разностной схеме.
8. Сетка и сеточная функция. Виды устойчивости.
9. Устойчивость явной конечно-разностной схемы.
10. Применение явной конечно-разностной схемы для решения задачи о распространении тепла в пласте. Начальные и граничные условия.
11. Сходимость решения задачи о распространении тепла в пласте при использовании явной конечно-разностной схемы.
12. Алгоритм программы по применению явной конечно-разностной схемы для решения задачи о распространении тепла в пласте.
13. Принципы проведения анализа чувствительности физических величин от входных параметров.
14. Неявная конечно-разностная схема.
15. Метод прогонки. Прогоночные коэффициенты.
16. Порядок аппроксимации производных по неявной конечно-разностной схеме.
17. Устойчивость неявной конечно-разностной схемы.

18. Применение неявной конечно-разностной схемы для решения задачи о распространении тепла в пласте. Начальные и граничные условия.
19. Сходимость решения задачи о распространении тепла в пласте при использовании неявной конечно-разностной схемы. Отличия от явной схемы, преимущества и недостатки схем.
20. Алгоритм программы по применению неявной конечно-разностной схемы для решения задачи о распространении тепла в пласте.
21. Двумерное уравнение теплопроводности.
22. Двумерная задача теплопроводности при парогравитационном дренаже.
23. Применение явной схемы для решения двумерной задачи теплопроводности.
24. Цилиндрические координаты.
25. Трёхмерная задача теплопроводности при SAGD.
26. Применение явной схемы для решения трёхмерной задачи. Оптимальный выбор сетки. Расчётное время.
27. Сведение трёхмерной задачи теплопроводности при SAGD к двумерной.
28. Уравнения в частных производных. Параболические уравнения.
29. Нелинейные уравнения. Нелинейные дифференциальные уравнения в нефтегазовой отрасли.
30. Физические свойства пород, нелинейные зависимости параметров.
31. Применение явной схемы для решения нелинейного дифференциального уравнения (зависимость свойств породы от температуры).