

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 20.02.2025 13:54:37  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

Приложение к рабочей  
программе дисциплины

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Наименование дисциплины	<i>Научно-проектный семинар</i>
Направление подготовки / Специальность	<i>03.03.02 Физика</i>
Направленность (профиль) / Специализация	<i>Фундаментальная физика</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Разработчики	<i>Ганопольский Родион Михайлович, заведующий кафедрой моделирования физических процессов и систем, Гильманов Александр Янович, доцент кафедры моделирования физических процессов и систем</i>

1. Темы дисциплины для самостоятельного освоения обучающимися  
7 семестр.

1. Первая информационная лекция. Чтение обязательной и дополнительной литературы.

2. Первое лабораторное занятие. Проработка лекций.

3. Информационная лекция. Чтение обязательной и дополнительной литературы.

4. Презентация проделанной работы. Проработка лекций.

Ко всем указанным темам относится следующая литература:

Основная литература:

1. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В.М. Кожухар. - Москва : Дашков и К, 2013. - 216 с. - ISBN 978-5-394-01711-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/415587> (дата обращения: 22.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Зализняк, В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров / В. Е. Зализняк. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 264 с. — ISBN 978-5-4344-0764-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91976.html> (дата обращения: 22.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература:

1. Губайдуллин А.А. Механика сплошной среды: лекции и задачи/ А. А. Губайдуллин; Тюм. гос. унт. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 172 с.

2. Кислицын, А. А. Основы теплофизики: (Лекции и семинары) / А. А. Кислицын. - Тюмень : Издво ТюмГУ, 2002. - 152 с.

3. Самарский А. А. Введение в численные методы: учеб. пособие для вузов/ А. А. Самарский. - Москва: Наука, 1982. - 271 с.

4. Семихина Л.П. Теплофизические свойства реальных газов: учеб. пособие/ Л. П. Семихина; Тюм. гос. ун-т. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 160 с.

5. Василенко, С. В. Эффектная и эффективная презентация : практическое пособие / С. В. Василенко. — Москва : Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2010. — 135 с. — ISBN 978-5-394-00255-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/1146.html> (дата обращения: 22.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5. Зачёт. Подготовить доклад к зачёту и сдать его.

Основная литература:

1. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В.М. Кожухар. - Москва : Дашков и К, 2013. - 216 с. - ISBN 978-5-394-01711-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/415587> (дата обращения: 22.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Зализняк, В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров / В. Е. Зализняк. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 264 с. — ISBN 978-5-4344-0764-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91976.html> (дата обращения: 22.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература:

1. Губайдуллин А.А. Механика сплошной среды: лекции и задачи/ А. А. Губайдуллин; Тюм. гос. унт. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 172 с.

2. Кислицын, А. А. Основы теплофизики: (Лекции и семинары) / А. А. Кислицын. - Тюмень : Издво ТюмГУ, 2002. - 152 с.

3. Самарский А. А. Введение в численные методы: учеб. пособие для вузов/ А. А. Самарский. - Москва: Наука, 1982. - 271 с.

4. Семихина Л.П. Теплофизические свойства реальных газов: учеб. пособие/ Л. П. Семихина; Тюм. гос. ун-т. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 160 с.

5. Василенко, С. В. Эффектная и эффективная презентация : практическое пособие / С. В. Василенко. — Москва : Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2010. — 135 с. — ISBN 978-5-394-00255-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/1146.html> (дата обращения: 22.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8 семестр.

1. Первая информационная лекция. Чтение обязательной и дополнительной литературы.

2. Первое лабораторное занятие. Проработка лекций.

3. Информационная лекция. Чтение обязательной и дополнительной литературы.

4. Презентация проделанной работы. Проработка лекций.

Ко всем указанным темам относится следующая литература:

Основная литература:

1. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В.М. Кожухар. - Москва : Дашков и К, 2013. - 216 с. - ISBN 978-5-394-01711-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/415587> (дата обращения: 22.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Зализняк, В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров / В. Е. Зализняк. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 264 с. — ISBN 978-5-4344-0764-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91976.html> (дата обращения: 22.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература:

1. Губайдуллин А.А. Механика сплошной среды: лекции и задачи/ А. А. Губайдуллин; Тюм. гос. ун-т. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 172 с.

2. Кислицын, А. А. Основы теплофизики: (Лекции и семинары) / А. А. Кислицын. - Тюмень : Издво ТюмГУ, 2002. - 152 с.

3. Самарский А. А. Введение в численные методы: учеб. пособие для вузов/ А. А. Самарский. - Москва: Наука, 1982. - 271 с.

4. Семихина Л.П. Теплофизические свойства реальных газов: учеб. пособие/ Л. П. Семихина; Тюм. гос. ун-т. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 160 с.

5. Василенко, С. В. Эффектная и эффективная презентация : практическое пособие / С. В. Василенко. — Москва : Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2010. — 135 с. — ISBN 978-5-394-00255-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/1146.html> (дата обращения: 22.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5. Зачёт. Подготовить доклад к зачёту и сдать его.

Основная литература:

1. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В.М. Кожухар. - Москва : Дашков и К, 2013. - 216 с. - ISBN 978-5-394-01711-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/415587> (дата обращения: 22.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Зализняк, В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров / В. Е. Зализняк. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 264 с. — ISBN 978-5-4344-0764-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91976.html> (дата обращения: 22.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература:

1. Губайдуллин А.А. Механика сплошной среды: лекции и задачи/ А. А. Губайдуллин; Тюм. гос. унт. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 172 с.
2. Кислицын, А. А. Основы теплофизики: (Лекции и семинары) / А. А. Кислицын. - Тюмень : Издво ТюмГУ, 2002. - 152 с.
3. Самарский А. А. Введение в численные методы: учеб. пособие для вузов/ А. А. Самарский. - Москва: Наука, 1982. - 271 с.
4. Семихина Л.П. Теплофизические свойства реальных газов: учеб. пособие/ Л. П. Семихина; Тюм. гос. ун-т. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 160 с.
5. Василенко, С. В. Эффектная и эффективная презентация : практическое пособие / С. В. Василенко. — Москва : Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2010. — 135 с. — ISBN 978-5-394-00255-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/1146.html> (дата обращения: 22.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## 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
Семестр 7					
1	Первая информационная лекция	Чтение обязательной и дополнительной литературы	Доклад	5	4
2	Первое лабораторное занятие	Проработка лекций	Доклад	5	4
3	Информационная лекция	Чтение обязательной и дополнительной литературы	Доклад	5	8
4	Лабораторное занятие	Проработка лекций	Доклад	5	8
5	Зачёт	Подготовка к зачёту	Оценка доклада	20	38
Семестр 8					
1	Первая информационная лекция	Чтение обязательной и дополнительной литературы	Доклад	5	4
2	Первое лабораторное занятие	Проработка лекций	Доклад	5	4
3	Информационная лекция	Чтение обязательной и дополнительной литературы	Доклад	5	16
4	Лабораторное	Проработка	Доклад	5	16

	занятие	лекций			
5	Зачёт	Подготовка к зачёту	к	Оценка доклада	20 68

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

Рекомендации по чтению обязательной и дополнительной литературы и по проработке лекций:

- Изучите лекционные материалы и дополнительные источники информации.
- Подчеркните основные понятия.
- Попробуйте объяснить эти понятия так, как Вы их поняли.

Проверка проводится в виде доклада. Срок предоставления – 1 неделя. При корректных ответах на основные вопросы преподавателя ставится 5 баллов при полноте ответов от 91% и выше, при полноте ответов от 76% до 90% – 4 балла, от 61% до 75% – 3 балла, от 40% до 60% – 2 балла, от 25% до 39% – 1 балл, в ином случае – 0 баллов.

4. Рекомендации по самоподготовке к промежуточной аттестации по дисциплине  
Форма промежуточной аттестации – зачёт в семестрах 7,8.

В случае, если сумма баллов составляет не менее 61 и студент выполнил все задания текущего контроля, то ему выставляется оценка "зачтено".

Не получивший зачёт автоматом идёт на промежуточную аттестацию, на которой может получить дополнительные 20 баллов.

Доклад – 10 баллов (баллы ставятся в процентах от полноты предоставления информации и переводятся в 10-балльную шкалу).

Ответы на вопросы по теории доклада – 10 баллов (баллы ставятся в процентах от полноты ответов и переводятся в 10-балльную шкалу).

Рекомендации для подготовки:

Выберите интересующую Вас тему научной работы. Повторите материалы и ключевые вопросы, обсуждавшиеся в лекциях, и обратите особое внимание на ключевые понятия и теории. Убедитесь, что вы чётко понимаете основные термины и особенности Вашей научной работы. Используйте дополнительные ресурсы для углубленного изучения. Прорепетируйте доклад самостоятельно или расскажите знакомым. Подумайте, какие вопросы могут быть заданы, как на них ответить.

Образец презентации для доклада:

### Физические основы современных методов теплового воздействия на нефтяные пласты

А. Я. Галаганов, научный руководитель профессора А. В. Швакина, Тюменский государственный университет

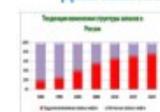


### Содержание доклада

- Уравнение притока тепла в пористой среде
- Доля высоковязкой нефти
- Тепловой баланс
- Модель парогравитационного дренажа
- Модель парациклического воздействия на пласт

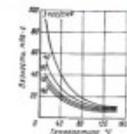


### Доля высоковязких нефтей в мире

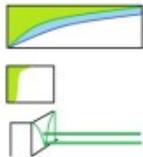


Вид запасов	Вязкоэф. нефть	Вязкоэф. нефть
Вязкоэф. нефть	30%	30%
Невязкоэф. нефть	70%	70%

### Для разных нефтей Вязкость тяжёлой нефти



### Современные технологии



### Оценка эффективности

- Кинетика СВТ/КавТ
- КИТ: ф(клетка притока в скважине/температура в скважине)
- Траектории

### Основные допущения при выводе уравнения притока тепла в пористой среде

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = \rho_0 \alpha \nabla^2 T + \sum_{j=1}^n \rho_j (\dot{v}_j - v_j)$$

где  $\rho$  – плотность жидкой фазы,  
 $\alpha$  – коэффициент теплового расширения,  
 $\rho_0$  – плотность пористой среды,  
 $\rho_j$  – плотность жидкой фазы j-й фазы,  
 $\dot{v}_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы,  
 $v_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы,  
 $\alpha$  – коэффициент теплового расширения,  
 $\rho_0$  – плотность пористой среды,  
 $\rho_j$  – плотность жидкой фазы j-й фазы,  
 $\dot{v}_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы,  
 $v_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы.

### Уравнение Работа внутренних сил и притока тепла

$$\Delta \rho = \rho_0 \alpha \nabla^2 T + \sum_{j=1}^n \rho_j (\dot{v}_j - v_j)$$

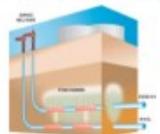
где  $\rho$  – плотность жидкой фазы,  
 $\alpha$  – коэффициент теплового расширения,  
 $\rho_0$  – плотность пористой среды,  
 $\rho_j$  – плотность жидкой фазы j-й фазы,  
 $\dot{v}_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы,  
 $v_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы.

### Приближение Лаврентьева Тепловой баланс

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = \rho_0 \alpha \nabla^2 T + \sum_{j=1}^n \rho_j (\dot{v}_j - v_j)$$

где  $\rho$  – плотность жидкой фазы,  
 $\alpha$  – коэффициент теплового расширения,  
 $\rho_0$  – плотность пористой среды,  
 $\rho_j$  – плотность жидкой фазы j-й фазы,  
 $\dot{v}_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы,  
 $v_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы.

### Технология парогравитационного дренажа (SAGD)



Первый этап – разработка микроканального дренажного скважинного элемента перед началом эксплуатации.

### Паровая камера



### Физико-математическая модель SAGD

Уравнение сохранения массы жидкой фазы и нефти  $M_j$  в элементарном объеме  $\Delta V$   $\frac{\partial M_j}{\partial t} = -\nabla \cdot \mathbf{Q}_j + \dot{M}_j - M_j \nabla \cdot \mathbf{v}$

Уравнение теплового баланса элементарного объема  $\Delta V$   $\frac{\partial Q}{\partial t} = -\nabla \cdot \mathbf{Q} + \dot{Q} - Q \nabla \cdot \mathbf{v}$

Связующие условия на границе скважины и элемента дренажного скважинного элемента  $\frac{\partial T}{\partial r} = -\frac{Q}{2\pi r h} = -\frac{Q}{2\pi r h} = -\frac{Q}{2\pi r h}$

Связующие условия на границе скважины и элемента дренажного скважинного элемента  $\frac{\partial T}{\partial r} = -\frac{Q}{2\pi r h} = -\frac{Q}{2\pi r h} = -\frac{Q}{2\pi r h}$

### Анализ результаты моделирования SAGD:

- 1) оптимальное время разработки элемента
- 2) оптимизация геометрии элемента



где  $K$  – проницаемость скважины,  
 $W$  – ширина скважины,  
 $L$  – коэффициент охвата пласта,  
 $T_0$  – время стабилизации  $T_0$ ,  
 $T_1$  – время роста  $T_1$ ,  
 $T_2$  – время стабилизации  $T_2$ .

### Главные выводы из моделирования SAGD

1. Создание модели позволяет провести расчет процесса на микроканальном уровне, дать рекомендации по выбору оптимальной системы дренажных скважин.
2. Оптимизация геометрии скважин и параметров процесса парогравитационного дренажа на микроканальном уровне.
3. Оптимизация геометрии скважин и параметров процесса парогравитационного дренажа на микроканальном уровне.

### Технология парациклической обработки (ПЦО)



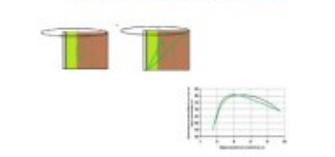
1. Заложение скважины, необходимое время работы скважины с паром.
2. Оптимизация геометрии скважины, необходимого время работы скважины.
3. Выбор оптимального режима работы скважины.

### Физико-математическая модель ПЦО

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = \rho_0 \alpha \nabla^2 T + \sum_{j=1}^n \rho_j (\dot{v}_j - v_j)$$

где  $\rho$  – плотность жидкой фазы,  
 $\alpha$  – коэффициент теплового расширения,  
 $\rho_0$  – плотность пористой среды,  
 $\rho_j$  – плотность жидкой фазы j-й фазы,  
 $\dot{v}_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы,  
 $v_j$  – скорость массового притока жидкой фазы j-й фазы.

### Оптимизация технологии ПЦО



### Выводы

1. Увеличение доли высоковязкой нефти в мире приводит к необходимости применения тепловых методов увеличения нефтеотдачи (МТН).
2. Моделирование тепловых методов увеличения нефтеотдачи (МТН) позволяет оценить эффективность методов, либо с использованием балансовых соотношений.
3. Критерием эффективности процесса парогравитационного дренажа является максимум КИТ на разрабатываемый период, соответствующий оптимальному расстоянию между скважинами.
4. Подбор оптимального режима циклического воздействия позволяет оптимизировать тепловое воздействие парациклической обработки и максимизировать выработку добычи.