Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.10.2026 11:45:24
Уникальный программный ключ:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Нефтегазовый институт

Кафедра «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Методические указания
по структуре, содержанию и оформлению курсовых проектов магистрантов
по дисциплине «Проектирование разработки нефтяных месторождений»
по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
всех форм обучения

Тюмень ТИУ
2025

ВВЕДЕНИЕ

По результатам курсового проектирования магистрант должен обладать общепрофессиональными способностями:

- способность разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований;
- способен оценивать эффективность инновационных решений и анализировать возможные технологические риски их реализации;
- способен применять полученные знания для разработки и реализации проектов, различных процессов производственной деятельности, применять методику проектирования;
- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Изучить основы научно-исследовательской деятельности:

- способен использовать методологию научных исследований в профессиональной деятельности;
- способен планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать вывод;
- способность проводить анализ и систематизацию научно- технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок.

Тема курсового проекта должна соответствовать тематике магистерской диссертации и решать поставленные задачи исследования.

Целью выполнения курсового проекта является оценка эффективности применения технологии на базе математических методов прогнозирования *характеристики вытеснения, например*

В соответствии с целью определены задачи:

1) подбор математической модели для прогноза технологических показателей, наиболее полно учитывающей условия пластовой системы и технологические особенности процесса;
2) рассмотрение возможных сценариев применения технологии для определения оптимального;
3) установление области применения технологии по каждому ранее предложенному критерию на основании математического моделирования путем варьирования свойств пластовой системы.

1 ПОЛОЖЕНИЕ О КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 21.04.01 «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО»

1.1 Руководство и контроль за выполнением курсового проекта

Курсовое проектирование является самостоятельной работой магистранта. Консультирование в рамках выполнением курсового проекта возлагают приказом ректора на руководителя магистерской диссертации. Общее учебно-методическое руководство осуществляется выпускающей кафедрой.

Научный руководитель оказывает содействие при выполнении курсового проекта:

- согласовывает план курсового проекта, оказывает консультационную помощь;
- дает рекомендации по изучению специальной литературы, которая соответствует научно-исследовательским задачам.

Магистрант:

- осуществляет анализ материалов по заданной теме;
- выполняет работу в соответствии с поставленными задачами;
- формирует отчет;
- защищает работу.

Преподаватель кафедры, ответственный за аттестацию по данному курсу:

- осуществляет контроль за ходом курсового проектирования;
- принимает результаты выполнения курсового проекта, аттестует.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1 Содержание курсового проекта

Курсовой проект включает следующие разделы:

1. Титульный лист (Приложение).
2. Введение – цель, задачи выполнения курсового проекта, и перечень основных работ, выполненных при написании курсового проекта; актуальность исследования.
3. Основная часть – ход и результаты исследования.
4. Заключение – выводы по результатам курсового проектирования: Курсовой проект предоставляется в прошитом виде.

2.2 Рекомендации по выполнению курсового проекта

В основной части курсового проекта магистранту необходимо:

- устанавливаются математические зависимости между основными параметрами пластовой системы;

- осуществляется подбор математической модели для прогноза технологических показателей, учитывающей особенности пластовой системы и технологические характеристики процесса. Могут использоваться детерминированные, вероятно-статистические, статистические методы прогноза;
- формируются возможные сценарии эффективного применения технологии. На основании выбранной математической модели выполняются инженерные расчеты. Определяется роль и влияние основных параметров системы. По результатам серии расчетов выбирается оптимальный сценарий по технологическому или экономическому эффекту;
- устанавливаются области применения технологии по каждому ранее предложенному критерию на основании математического моделирования путем варьирования свойств пластовой системы в рамках возможных значений параметров.

Оценка эффективности МУН по характеристикам вытеснения представлена в приложении 2 [6].

Примеры тем курсового проектирования

1 Проектирование разработки на основе анализа результатов многостадийного гидроразрыва пласта … месторождения имени …

2 Проектные решения освоения … месторождения на основе анализа результатов опытно-промышленной разработки

3 Проектирование технологии …и механизма извлечения нефти из недр на … месторождении

4 Обоснование многостадийного гидравлического разрыва пласта… при разработке … месторождения

5 Корректировка проектных решений по эксплуатации пласта … месторождения

6 Проектные решения по разработке…нефтяного месторождения с применением теплового МУН

7 Критический анализ проектных решений по разработке … месторождения

8 Прогноз и оценка технологической эффективности разработки…месторождения с использованием характеристик вытеснения нефти водой

9 Проектирование изоляции обводненной части пласта … для регулирования разработки … месторождения

10 Проектирование разработки … месторождения с применением полимерного заводнения

11 Проектирование заводнения … месторождения с применением ПАВ

12 Проектирование предупреждения прорыва газа в пласт … при разработке… месторождения

13 Анализ проектных решений и оценка их влияния на показатели разработки … месторождения со сложным геологическим строением

14 Проектирование разработки на основе анализа результатов эксплуатации продуктивного пласта … месторождения

15 Корректировка проектных решений разработки пласта … месторождения на основе анализа выработки его запасов

16 Обоснование выбора системы размещения и плотности сеток добывающих и нагнетательных скважин на … месторождении

17 Обоснование применения многостадийного гидроразрыва на основе анализа фактических данных разработки пласта … месторождения

18 Обоснование системы размещения скважин … месторождения

19 Обоснование применения гидравлического разрыва пласта на … месторождении

20 Обоснование проектных показателей многостадийного гидравлического разрыва пласта … месторождения

21 Обоснование системы размещения скважин эксплуатационного объекта … месторождения

22 Анализ реализации проектных решений эксплуатации пласта … нефтяного месторождения

23 Обоснование проектных решений увеличения нефтеотдачи … месторождения на основе анализа фактических данных разработки пласта ...

24 Проектирование методов повышения нефтеотдачи эксплуатационного объекта … месторождения

25 Анализ результатов гидравлического разрыва пласта … месторождения с целью корректировки проектных решений

26 Обоснование применения потокорегулирующих технологий на … месторождении на основе анализа фактических данных разработки

27 Анализ фактической реализации проектных решений по эксплуатации добывающих скважин на … месторождении

28 Анализ фактической реализации проектных решений по эксплуатации пласта … месторождения

29 Критический анализ разработки … месторождения

30 Проектирование разработки … месторождения на основе анализа фактических данных

31 Проектирование регулирования разработки … месторождения с применением нестационарного заводнения верхнеюрских отложений

32 Проектирование разработки … месторождения на основе анализа геолого-петрофизических данных

33 Особенности проектирования разработки продуктивных пластов… отложений … месторождения

34 Проектирование регулирования разработки … месторождения с применением физико-химических методов нефтеотдачи

35 Критический анализ проектных решений по разработке … месторождения

36 Проектирование разработки … нефтяного месторождения с применением … технологий

37 Прогноз коэффициента продуктивности добывающих скважин … месторождения

38 Критический анализ проектных решений разработки … месторождения с применением ГРП

39 Критический анализ проектных решений по разработке … месторождения

40 Корректировка проектных решений по разработке объекта … месторождения на основе анализа результатов его эксплуатации

41 Проектирование регулирования разработки … месторождения с применением кислотной обработки призабойной зоны скважин

42 Проектирование разработки … месторождения с применением гидравлического разрыва пласта …

43 Проектирование интенсификации притока жидкости на … месторождения с применением гидравлического разрыва пласта

44 Проектирование регулирования разработки … месторождения с применением призабойной зоны скважины

45 Проектирование разработки … месторождения с применением гидравлического разрыва пласта

46 Корректировка проектных решений по разработке месторождения на основе выявления зон невыработанных запасов нефти

47 Проектирование регулирования разработки … месторождения гидравлическим разрывом пласта …

48 Анализ реализации проектных решений по разработке … месторождения с применением ГРП

49 Проектирование разработки объекта … месторождения с применением геолого-фильтрационной модели

50 Анализ реализации проектных решений по разработке … месторождения с применением ГРП

51 Проектирование АСП-заводнения на…нефтяном месторождении

52 Проектирование регулирования разработки … нефтяного месторождения путем изменения режима работы скважин

53 Проектирование разработки … месторождения с применением гидродинамической модели

54 Корректировка проектных решений на основе анализа результатов эксплуатации продуктивного пласта … месторождения

4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Текст курсового проекта должен быть выполнен печатным способом на одной стороне листа бумаги формата А4 (210×297).

Цвет шрифта – чёрный, интервал – полуторный (для таблиц допускается одинарный), гарнитура – TimesNewRoman, размер шрифта – кегль 14 (для таблиц допускается 12), абзацный отступ – 1,25 см, выравнивание по ширине текста.
Текст следует печатать с соблюдением следующих размеров полей:

– правое – 10 мм;
– верхнее – 20 мм;
– левое – 25 мм;
– нижнее – 20 мм.

В нижней части страниц (кроме титульного листа) должен присутствовать колонтитул с номером страницы в правой части. Цвет шрифта – чёрный, интервал – одинарный, гарнитура – Cambria, размер шрифта – кегль 10.

Качество напечатанного текста и оформления иллюстраций, таблиц должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.

Фамилии, названия учреждений (организаций) и другие имена собственные в тексте приводят на языке оригинала. Допускается указывать имена собственные и приводить названия учреждений (организаций) в переводе на русский язык с добавлением (при первом упоминании) оригинального названия. Имена следует писать в следующем порядке: фамилия, имя, отчество или – фамилия, инициалы через пробелы, при этом не допускается перенос инициалов отдельно от фамилии на следующую строку.

Сокращение русских слов и словосочетаний в тексте отчета выполняется по ГОСТ Р 7.0.12-2011, сокращение слов на иностранных европейских языках – по ГОСТ 7.11-2004.

В тексте, кроме общепринятых буквенных аббревиатур, допускается использовать введенные их авторами буквенные аббревиатуры, сокращённо обозначающие какие-либо понятия из соответствующих областей знания. При этом первое упоминание таких аббревиатур указывается в круглых скобках после полного наименования, в дальнейшем они употребляются в тексте без расшифровки.

Формулы следует выделять из текста в отдельную строку, если они являются длинными и громоздкими, содержат знаки суммирования, произведения, дифференцирования, интегрирования. Набор формул необходимо производить при помощи функции «редактор формул
«MicrosoftWord».

Если формула не умещается в одну строку, то она должна быть перенесена после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения (×), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «×».

Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки.

Пример – Плотность каждого образца ρ, кг/м^3, вычисляют по формуле (2.1)

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

где m – масса образца, кг;

V – объём образца, м^3.

Знаки препинания перед формулой и после нее ставятся по смыслу. Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют точкой с запятой.

Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Иллюстрации могут быть цветные.

Таблицы оформляются согласно ГОСТ Р 2.105-2019. Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблица обязательно должна иметь порядковый номер и название. Название таблицы, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки. При ссылке следует писать слово «Таблица» с указанием ее номера. Следует избегать масштабных таблиц, не вмещающихся на одной странице.

Учебный, хозяйственный, бюджетный, операционный год пишут через косую линейку.

Пример: в учебном 2020/2021 г., в зиму 2019/2020 г. В остальных случаях между годами ставится тире. *Пример: в 2019 – 2020 гг.*

Века следует писать римскими цифрами, используя принятые при этом условные сокращения (VI – IX вв.). Столетия принято записывать арабскими цифрами, *например: во 2-м столетии н.э., 70 - 80-е гг. XX в.*

При написании дат не допускается отделение от цифр переносом на другую строку обозначений «г.», «в.» и пр.

5 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Итоговая оценка студента определяется суммой баллов за выполнение каждой из поставленных задач, оформление и защиту курсового проекта. Итоговая оценка выставляется при обязательном присутствии магистранта.

Критерии оценки курсового проекта:

Основные виды деятельности	Баллы
Подбор математической модели для прогноза технологических показателей, наиболее полно учитывающей условия пластовой системы и технологические особенности процесса;	0-25
Рассмотрение возможных сценариев применения технологии для определения оптимального;	0-25
Установление области применения технологии по каждому ранее предложенному критерию на основании математического моделирования путем варьирования свойств пластовой системы.	0-25
Оформление и защита	0-25
Итого	100 баллов

ОТЛИЧНО – 91 – 100 баллов
ХОРОШО – 76 – 90 баллов
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО – 61 – 75 баллов
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО – 0 – 60 баллов

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мулявин С. Ф. Проектирование разработки сложнопостроенных залежей углеводородов. Теория и практика: монография / С. Ф. Мулявин, А. Н. Лапердин, А. Н. Юдаков. – Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 292 с. – Текст : непосредственный.

2. Грачев С. И. Прикладные задачи разработки нефтегазоконденсатных месторождений и нефтегазодобычи : Учебник / С. И. Грачев, А. П. Телков – Москва : ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 512с. – Текст : непосредственный.

3. Батурин Ю. Е. Проектирование и разработка нефтяных и газонефтяных месторождений Западной Сибири: Справочное пособие. Книга в 2 т. / Ю. Е. Батурин. – Сургут : ОАО «Сургутнефтегаз», РИИЦ «Нефть Прибоя», 2016. – Т.1. – 156с. – Текст : непосредственный.

4. Хайруллин А. А. Нелинейные модели при решении прикладных задач добычи нефти : монография / А. А. Хайруллин. – Тюмень: ТИУ, 2016. – 157с. – Текст : непосредственный.

5. Мулявин С. Ф. Проектирование разработки нефтяных и газовых месторождений: учеб. пособие / С. Ф. Мулявин. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 204 с. – Текст : непосредственный.

6. Колев Ж.М. Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли на базе MathCAD 15: учеб. пособие / Ж. М. Колев, А.Н. Колева, Г.Т. Апасов, Т.К. Апасов. – Тюмень: ТИУ, 2017. – 209 с. – Раздел 5. – Текст : непосредственный.

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Нефтегазовый институт

Кафедра РЭНГМ

Курсовой проект по дисциплине

«Проектирование разработки нефтяных месторождений»

Тема: «НАЗВАНИЕ ТЕМЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ»

РУКОВОДИТЕЛЬ:

звание, степень

_____И.О. Фамилия

ВЫПОЛНИЛ:

студент группы номер группы

_____И.О. Фамилия

Тюмень, 2025

Приложение 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ ВЫТЕСНЕНИЯ [6]

В настоящее время в России все большую роль в добыченефти играют методы увеличения нефтеотдачи пласта и правильная оценка эффективности этих методов весьма важна, так как позволяет выбрать наиболее рациональную модель разработки месторождения.

Согласно руководящим документам [24], для оценки эффективности методов увеличения нефтеотдачи предлагается использовать характеристики вытеснения – эмпирическая зависимость типа «накопленная добыча нефти – накопленный отбор жидкости». Характеристика вытеснения отражает реальный процесс выработки запасов нефти и связанную с ним динамику обводнения продукции при разработке неоднородных пластов на режиме вытеснения нефти водой.

Характеристики вытеснения позволяют судить об эффективности выработки запасов нефти при заводнении объектов разработки. Сопоставление характеристик вытеснения различных объектов разработки в безразмерном виде позволяет сравнивать эти объекты, выявлять причины и факторы, влияющие на характер выработки запасов нефти [24].

Для определения количественного показателя эффективности применения методов увеличения нефтеотдачи используются характеристики вытеснения различного вида. Основные из них приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики вытеснения

Авторы	**Зависимость**	**Ось абсцисс**	**Ось ординат**
Сазонов	$V_н = a \cdot ln(V_ж) + b$	$ln(V_ж)$	$V_н$
Максимов	$V_н = a \cdot ln(V_в) + b$	$ln(V_в)$	$V_н$
Камбаров	$V_н = a \cdot V_ж^{-1} + b$	$V_ж^{-1}$	$V_н$
Гайсин-Тимашов	$\frac{V_в}{V_н} = a \cdot V_ж + b$	$V_ж$	$\frac{V_в}{V_н}$
Назаров-Сипачев	$\frac{V_ж}{V_н} = a \cdot V_в + b$	$V_в = V_ж - V_н$	$\frac{V_ж}{V_н}$
Пирвердян	$V_н = a \cdot V_ж^{-0.5} + b$	$V_ж^{-0.5}$	$V_н$
Сипачев- Посевич	$\frac{V_ж}{V_н} = a \cdot V_ж + b$	$V_ж$	$\frac{V_ж}{V_н}$

где $V_н = \sum_{i=1}^{n} q_{нi}$, $V_в = \sum_{i=1}^{n} q_{вi}$, $V_ж = \sum_{i=1}^{n}(q_{нi} + q_{вi}) = \sum_{i=1}^{n} q_{жi}$,

n – количество замеров,

$q_{нi}$, $q_{жi}$, $q_{вi}$ – дебит нефти, жидкости и воды соответственно за i-й период,

$V_н$ – накопленная добыча нефти,

$V_ж$ – накопленная добыча жидкости,

$V_в$ – накопленная добыча воды,

a и b – коэффициенты, определяемые по методу наименьших квадратов.

На первом этапе строятся зависимости вида $f(V_н)=f(V_ж)$ либо $f(V_н)=f(V_в)$. На оси ординат откладываются значения накопленной добычи нефти, или параметра напрямую связанного с ней. Для построенной зависимости определяется прямолинейный участок кривой, который будет обрабатываться методами математической статистики.

Для прямолинейного участка методом наименьших квадратов находится функция, имеющая наименьшее отклонение от фактических данных. Как правило, строится уравнение прямой вида $y=ax+b$. По полученному уравнению прямой производится экстраполяция на период после проведения методов увеличения нефтеотдачи (рисунок 1). Эффект от гидродинамического воздействия за данный интервал времени определяется как разность между фактической добычей нефти и добычей нефти по базовому варианту (варианту разработки, который был бы реализован на данном объекте гидродинамического воздействия).

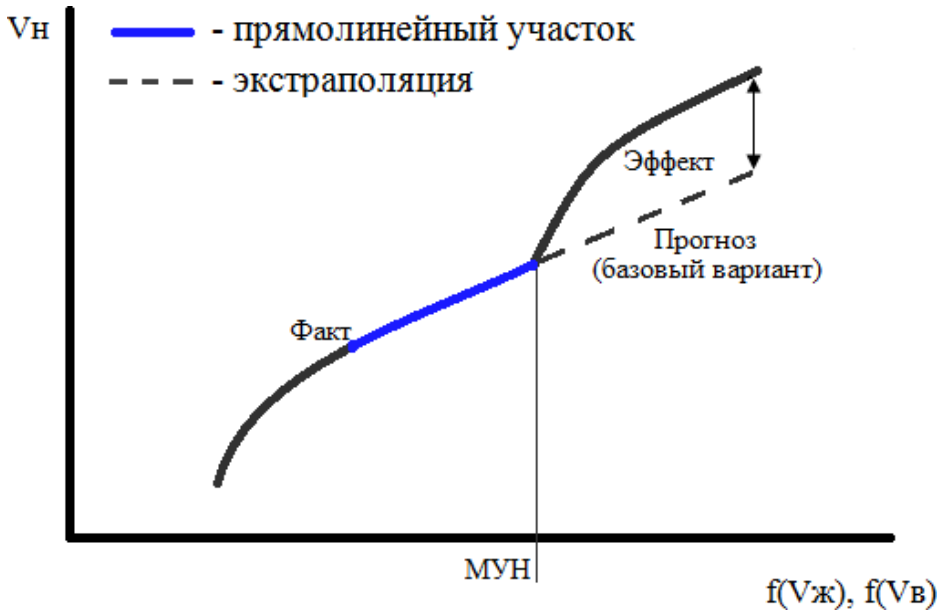


Рисунок 1 – Определение эффекта от ГТМ с помощью характеристик вытеснения

Формулы расчета прогнозной добычи для каждой из характеристик вытеснения представлены в таблице 2. Выражая из нее $V_н$ получим прогнозную формулу для определения накопленной добычи нефти на заданный период времени.

Таблица 2 – Характеристики вытеснения

Авторы	**Зависимость**	**Прогнозная формула**
Сазонов	$V_н=a \cdot ln(V_ж) + b$	$V_н=a \cdot ln(V_ж) + b$
Максимов	$V_н=a \cdot ln(V_в) + b$	$V_н=a \cdot ln(V_в) + b$
Камбаров	$V_н = a \cdot V_ж^{-1} + b$	$V_н = a \cdot V_ж^{-1} + b$
Гайсин-Тимашо	$\frac{V_в}{V_н} = a \cdot V_ж + b$	$V_н = \frac{V_ж}{a \cdot V_ж + b + 1}$
Назаров-Сипачев	$\frac{V_ж}{V_н} = a \cdot V_в + b$	$V_н = \frac{V_в}{a \cdot V_в + b - 1}$
Пирвердян	$V_н = a \cdot V_ж^{-0.5} + b$	$V_н = a \cdot V_ж^{-0.5} + b$
Сипачев-Посевич	$\frac{V_ж}{V_н} = a \cdot V_ж + b$	$V_н = \frac{V_ж}{a \cdot V_ж + b}$

Приложение 3

ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПО ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВЫТЕСНЕНИЯ САЗОНОВА

Пусть даны показатели добычи нефти и воды за каждый временной период (таблица 3). *01.04.2011* были проведены мероприятия по увеличению нефтеотдачи, в результате чего добыча нефти увеличилась. Требуется определить эффект от МУН на *01.09.2011*.

Таблица 3 – Исходные данные для расчета эффективности МУН

Дата	***Qн, тыс т.***	***Qв, тыс. т.***
01.10.2008	504,25	242,89
01.11.2008	993,52	462,2
01.12.2008	1497,13	702,47
01.01.2009	1921,627	840,45
01.02.2009	2448,82	988,41
01.03.2009	3054,89	1147,65
01.04.2009	3480,14	1202,78
01.05.2009	3959,43	1280,01
01.06.2009	4387,92	1325,14
01.07.2009	4789,94	1396,58
01.08.2009	5301,78	1484,42
01.09.2009	7787,45	1621,62
01.10.2009	8201,75	1750,78
01.11.2009	8920,47	1814,14
01.12.2009	9503,61	1989,78
01.01.2010	10712,78	2103,21
01.02.2010	11325,11	2158,31
01.03.2010	11786,82	2222,7
01.04.2010	12470,55	2305,47
01.05.2010	15802,07	2412,58
01.06.2010	18658,81	2451,21
01.07.2010	22020,85	2504,66
01.08.2010	25561,32	2698,58
01.09.2010	26345,15	2833,86
01.10.2010	27314,12	2955,29
01.11.2010	28354,78	3084,16
01.12.2010	29404,58	3148,65
01.01.2011	30214,18	3208,44
01.02.2011	30302,7	3277,04
01.03.2011	30910,01	3341,87
*01.04.2011	33478,42	4598,57
01.05.2011	34584,49	4658,09
01.06.2011	35896,36	4690,34
01.07.2011	36584,17	4754,78
01.08.2011	37369,42	4811,95
01.09.2011	38124,77	4925,35

Загрузим показатели добычи нефти и воды за временной период, равный 1 месяцу, из таблицы 3, предварительно записав их в текстовый файл (рисунок 2).

Data :=

Data.txt

Data =

	0	1	2
0	"01.10.2008"	504.25	242.89
1	"01.11.2008"	993.52	462.2
2	"01.12.2008"	$1.497 \cdot 10^3$	702.47
3	"01.01.2009"	$1.922 \cdot 10^3$	840.45
4	"01.02.2009"	$2.449 \cdot 10^3$	988.41
5	"01.03.2009"	$3.055 \cdot 10^3$	$1.148 \cdot 10^3$
6	"01.04.2009"	$3.48 \cdot 10^3$	$1.203 \cdot 10^3$
7	"01.05.2009"	$3.959 \cdot 10^3$	$1.28 \cdot 10^3$
8	"01.06.2009"	$4.388 \cdot 10^3$	$1.325 \cdot 10^3$
9	"01.07.2009"	$4.79 \cdot 10^3$	$1.397 \cdot 10^3$
10	"01.08.2009"	$5.302 \cdot 10^3$	$1.484 \cdot 10^3$
11	"01.09.2009"	$7.787 \cdot 10^3$	$1.622 \cdot 10^3$
12	"01.10.2009"	$8.202 \cdot 10^3$	$1.751 \cdot 10^3$
13	"01.11.2009"	$8.92 \cdot 10^3$	$1.814 \cdot 10^3$
14	"01.12.2009"	$9.504 \cdot 10^3$	$1.99 \cdot 10^3$
15	"01.01.2010"	$1.071 \cdot 10^4$	...

Рисунок 2 – Показатели добычи нефти и воды за временной период в табличном виде

Построим график накопленной добычи нефти от добычи жидкости.

$Qн := Data^{\langle 1 \rangle}$ $Qв := Data^{\langle 2 \rangle}$ $Year := Data^{\langle 0 \rangle}$

$Vн :=$ $Vн_0 \leftarrow Qн_0$; for $i \in 1 .. last(Qн)$: $Vн_i \leftarrow Vн_{i-1} + Qн_i$; $Vн$

$Vв :=$ $Vв_0 \leftarrow Qв_0$; for $i \in 1 .. last(Qн)$: $Vв_i \leftarrow Vв_{i-1} + Qв_i$; $Vв$

Порядковый номер замера соответствующий проведению МУН

$Vж := Vн + Vв$

$n := 30 = 30$

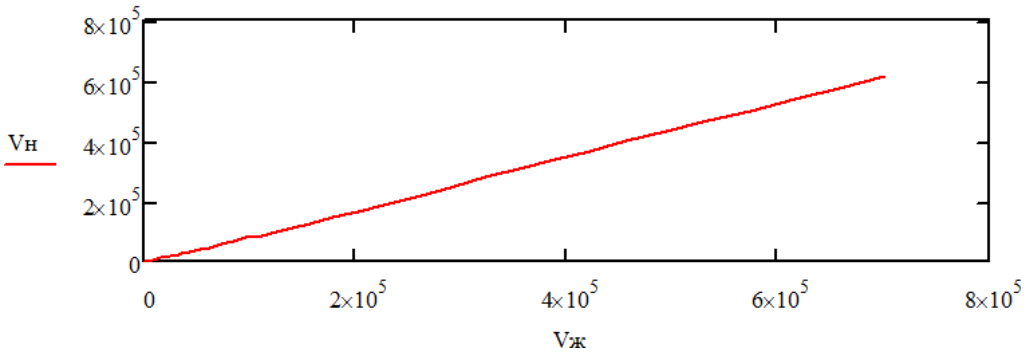


Рисунок 3–График накопленная добыча нефти – накопленная добыча жидкости

Построим график в координатах характеристики вытеснения Сазонова $V_н = a \cdot ln(V_ж) + b$

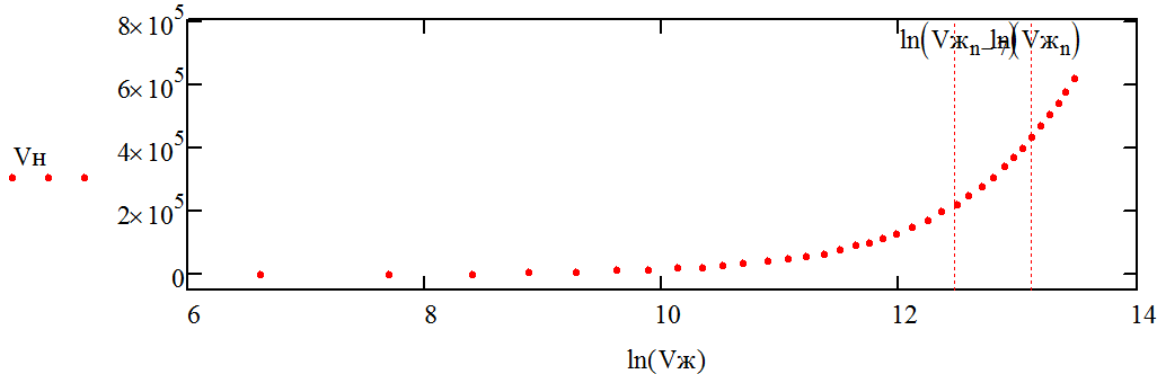


Рисунок 4 – График в координатах характеристики вытеснения Сазонова $V_н=a \cdot ln(V_ж) + b$

Определим на глаз прямолинейный участок перед проведением МУН. Примем его равным *7*. Сформируем матрицы точек замеров, лежащих на прямолинейном участке. Воспользуемся для этого функцией *submatrix* (рисунок 5)

Примем для прогноза последние 7 точек

$$Vн1 := submatrix(Vн, n-7, n-1, 0, 0) = \begin{pmatrix} 2.214 \times 10^5 \\ 2.488 \times 10^5 \\ 2.771 \times 10^5 \\ 3.065 \times 10^5 \\ 3.367 \times 10^5 \\ 3.67 \times 10^5 \\ 3.979 \times 10^5 \end{pmatrix} \quad Vж1 := ln(submatrix(Vж, n-7, n-1, 0, 0)) = \begin{pmatrix} 12.474 \\ 12.583 \\ 12.686 \\ 12.782 \\ 12.871 \\ 12.954 \\ 13.032 \end{pmatrix}$$

Рисунок 5 – Определение прямолинейного участка на характеристике вытеснения

Выведем на график прямолинейный участок по которому будет строиться аппроксимационный полином.

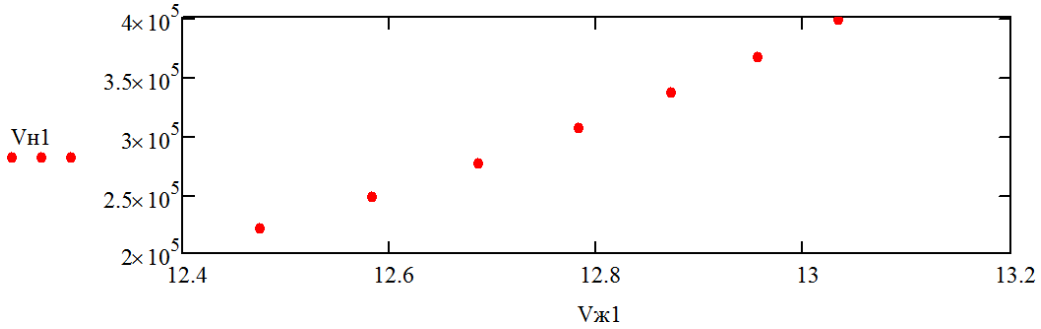


Рисунок 6 – Опытные точки, лежащие на прямолинейном участке характеристики вытеснения

При помощи встроенных функций *slope* и *intercept* найдем коэффициенты уравнения прямой, имеющей наименьшее среднеквадратическое отклонение от *7* точек прямолинейного участка.

Произведем прогноз, подставив в полученное уравнение прямой накопленную добычу жидкости, соответствующую *01.09.2011* (в данном случае последнее значение массива *Vж*). Далее рассчитаем разность между фактической накопленной добычей и добыче по базовому варианту (прогнозной).

Определим коэффициенты уравнения прямой A и B

$A := slope(Vж1, Vн1) = 3.157 \times 10^5$ $B := intercept(Vж1, Vн1) = -3.723 \times 10^6$

Составим аппроксимирующее уравнение прямой

$f(x) := A \cdot x + B$

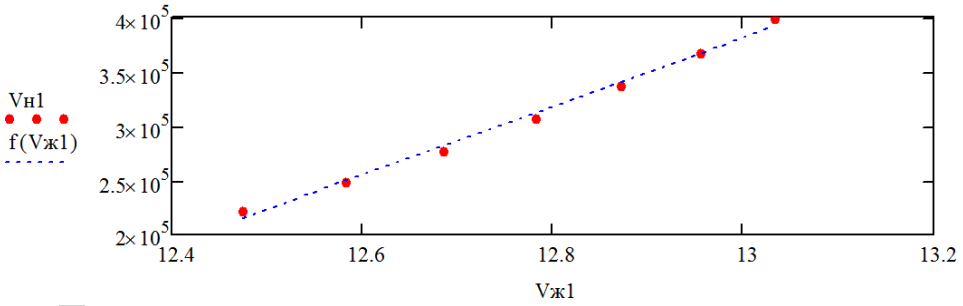


Рисунок 7 – Построение аппроксимационного полинома для прямолинейного участка характеристики вытеснения

Произведем прогноз на 01.09.2011

Определим добычу жидкости на 01.09.2011

$f\left(\ln\left(Vж_{last(Vж)}\right)\right) = 5.263 \times 10^5$

Эффект от МУН равен фактическая накопленная добыча нефти минус прогнозная

$Vн_{last(Vж)} - f\left(\ln\left(Vж_{last(Vж)}\right)\right) = 8.765 \times 10^4$

Рисунок 8 – Прогноз с помощью построенного аппроксимационного полинома

Представим результаты расчета в графическом виде (рисунок 9)

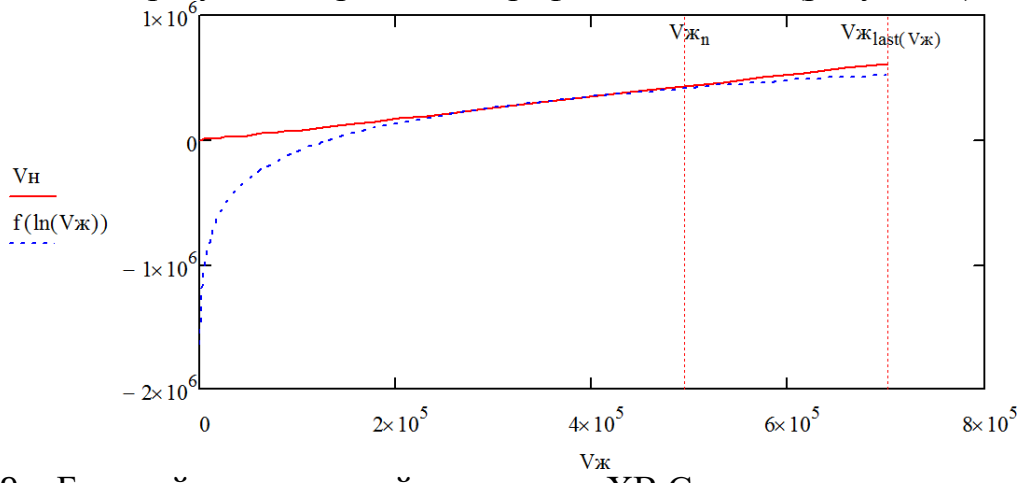


Рисунок 9 – Базовый и прогнозной вариант по ХВ Сазонова в координатах накопленная добыча нефти – накопленная добыча жидкости