

Betta-VIM-24

Краткое руководство пользователя.

Модуль вероятностного прогноза добычи

Оглавление

Вкладка «PVT»	3
1.1 Создание PVT-таблиц	3
1.2 Редактирование PVT-таблиц	4
1.3 Вычисления в PVT-таблицах	5
1.4 Удаление PVT-таблиц	6
Вкладка «Индикаторные диаграммы»	7
2.1 Создание индикаторных диаграмм	7
2.2 Редактирование индикаторных диаграмм	8
2.3 Вычисления в индикаторных диаграммах	8
2.4 Удаление индикаторных диаграмм	10
Вкладка «Зависимости»	11
3.1 Создание зависимостей	11
3.2 Редактирование зависимостей	11
3.3 Вычисления в зависимостях	11
3.4 Удаление зависимостей	12
Вкладка «Резервуары»	13
4.1. Создание резервуара	13
4.2. Редактирование резервуара	13
4.3. Вычисления резервуаров	13
4.4. Распределения параметров резервуара	16
Вкладка «Вариативная свёртка»	17
5.1. Создание вариативной свёртки	17
5.2. Способ расчёта вариативной свёртки	17
Вкладка «Вариативные профили»	19
6.1. Создание и расчёт вариативных профилей	19
6.2. Отображение результатов расчёта	20
Вкладка «Настройка итогового профиля»	22

7.1.	Создание и расчёт итоговых профилей	22
7.2.	Отображение результатов расчёта.....	22
Вкладка «Расчёт скважин»		23
8.1.	Создание и расчёт скважин	23
8.2.	Работа с фильтрами	24

Вкладка «PVT»

1.1 Создание PVT-таблиц

Программа позволяет создать несколько таблиц для последующей работы с ними:

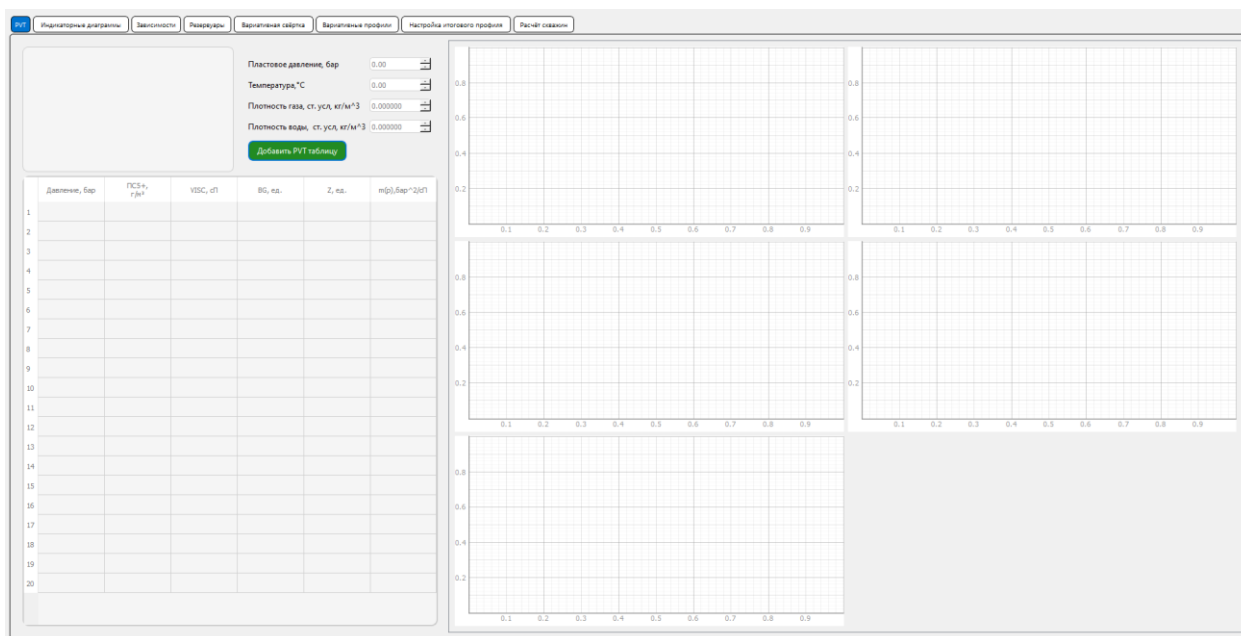


Рис. 1 Пустая вкладка «PVT»

На пустой вкладке недоступны все элементы, кроме кнопки «Добавить PVT-таблицу». При нажатии на кнопку открывается окно (рис. 2) со строкой ввода названия таблицы.

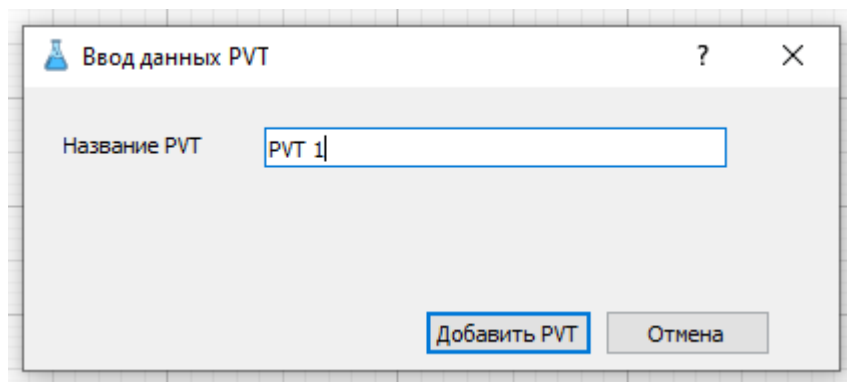


Рис. 2 Окно создания PVT

Создание нескольких таблиц с одинаковым названием невозможно. При открытии окна программа автоматически предложит доступное имя. При вводе повторяющегося имени появится предупреждение (Рис. 3)

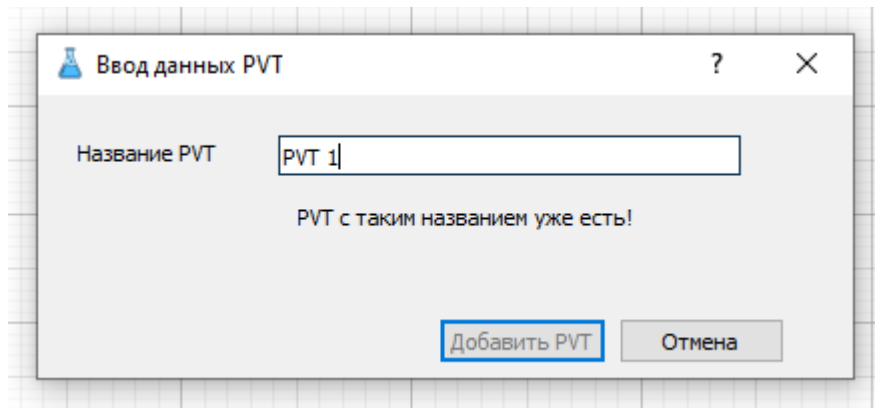


Рис. 3. Предупреждение о повторяющемся имени

1.2 Редактирование PVT-таблиц

После создания и выбора таблицы становится доступной возможность редактирования данных.

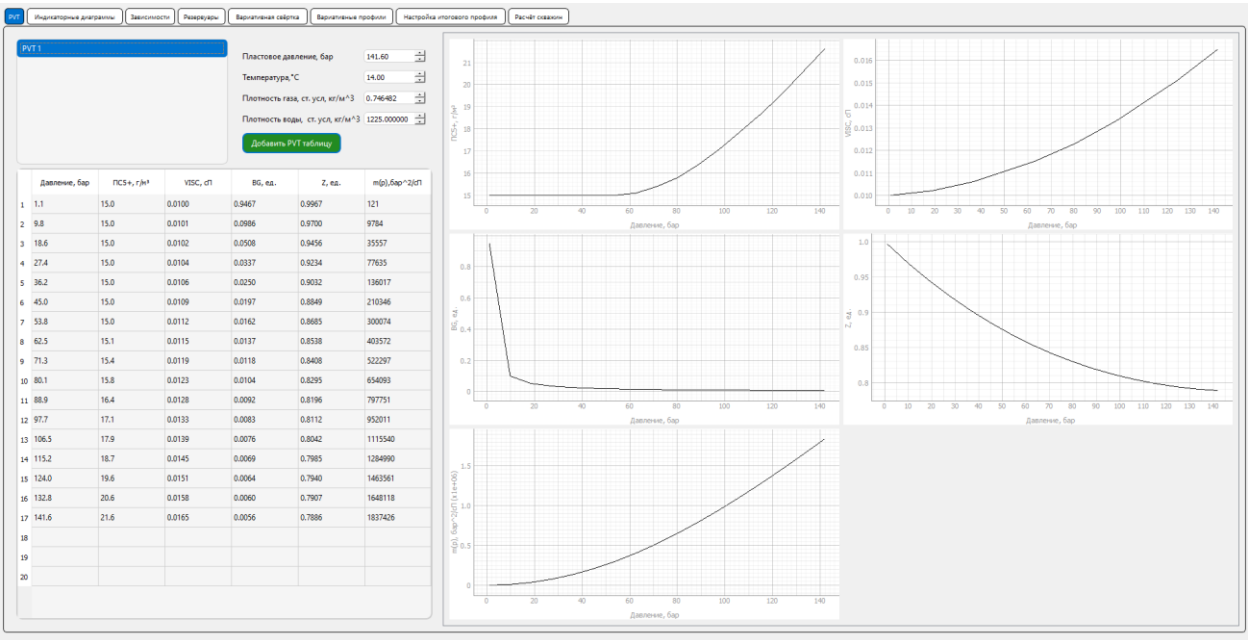


Рис. 4. Таблица, заполненная тестовыми данными

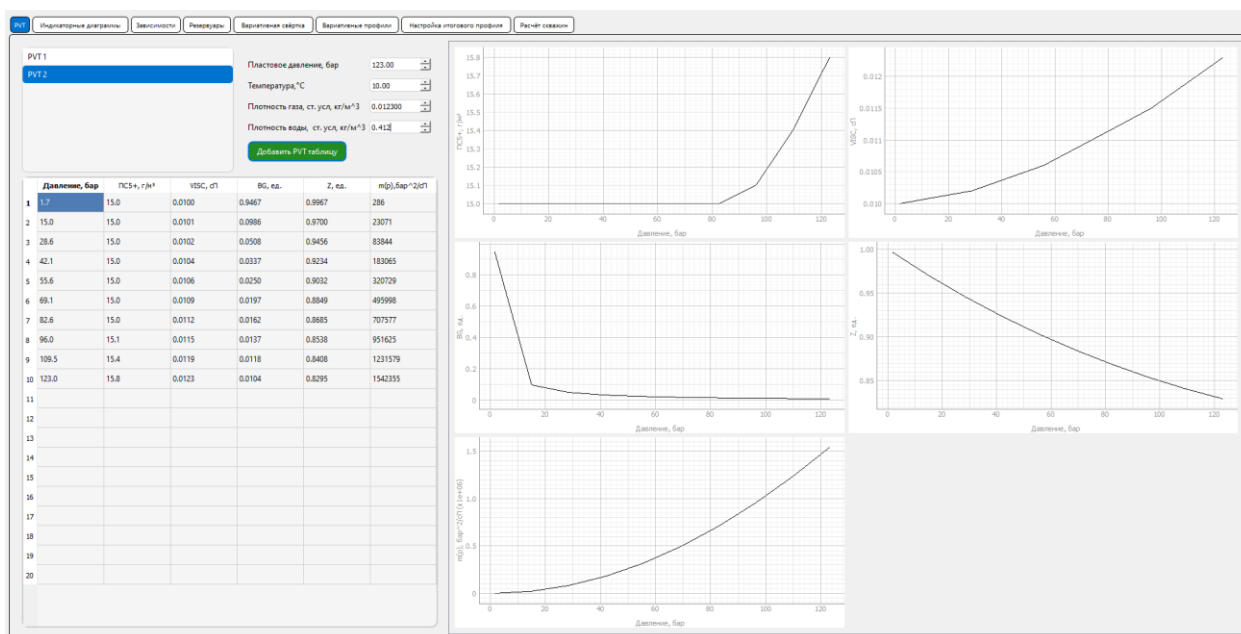


Рис. 5. Вторая таблица с другими входными данными

Между созданными таблицами можно переключаться, нажимая на имя таблицы в списке.

Каждая созданная PVT-таблица является отдельным объектом, что позволяет взаимодействовать с ними вне зависимости друг от друга (изменения параметров одной таблицы никак не будут влиять на параметры другой).

1.3 Вычисления в PVT-таблицах

В PVT-таблицах вычисления происходят двумя способами:

1. Если заданы параметры Давление, PC5+, VISC и BG, то вычисляются Z и m(r)
2. Если заданы параметры Давление, PC5+, VISC и Z, то вычисляются BG и m(r)

Таблица поддерживает вставку (Ctrl + C), что позволяет использовать готовые данные (например, из Excel или скопированные данные другой PVT). При изменении данных пересчёт таблицы происходит автоматически.

1.4 Удаление PVT-таблиц

При необходимости PVT-таблицу можно удалить, нажав на имя таблицы правой кнопкой мыши и выбрав «Удалить (название таблицы)» (Рис. 6).

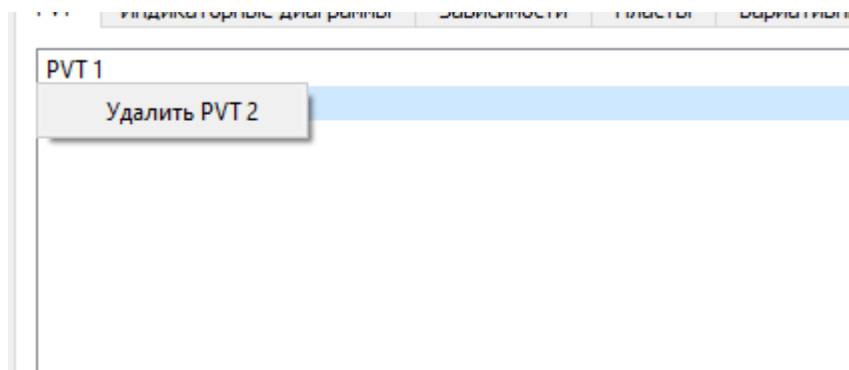


Рис. 6. Удаление таблицы

После этого появится предупреждение (Рис.7) с подтверждением удаления выбранной таблицы:

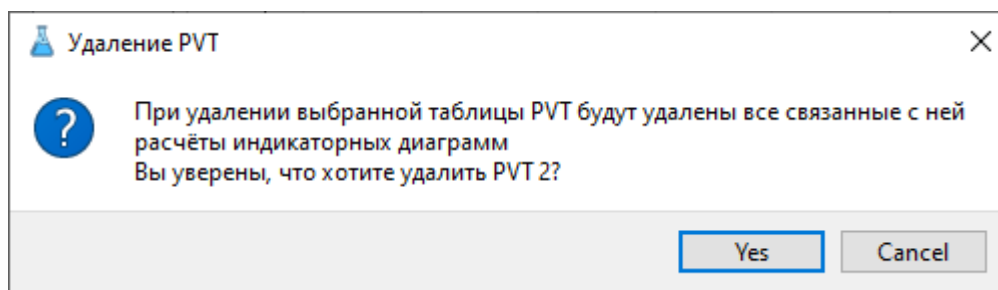


Рис. 7. Предупреждение при удалении таблицы

Если пользователь подтверждает удаление, то таблица безвозвратно удаляется, а у связанных индикаторных диаграмм будет отсутствовать PVT-таблица.

Вкладка «Индикаторные диаграммы»

2.1 Создание индикаторных диаграмм

По аналогии с PVT-таблицами программа позволяет создавать несколько индикаторных диаграмм:

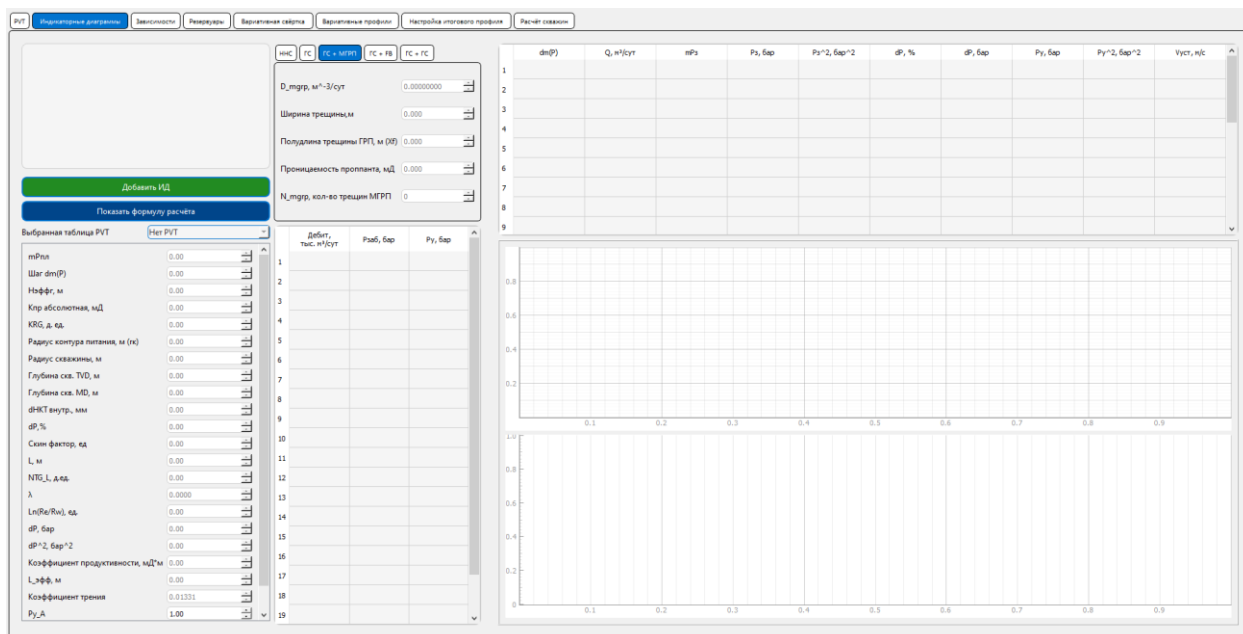


Рис. 8 Пустая вкладка «Индикаторная диаграмма»

При нажатии на кнопку «Создание индикаторной диаграммы» откроется окно (Рис. 9) с возможностью ввода имени диаграмма и выбора PVT-таблицы. **Без созданных PVT создание индикаторной диаграммы невозможно.**

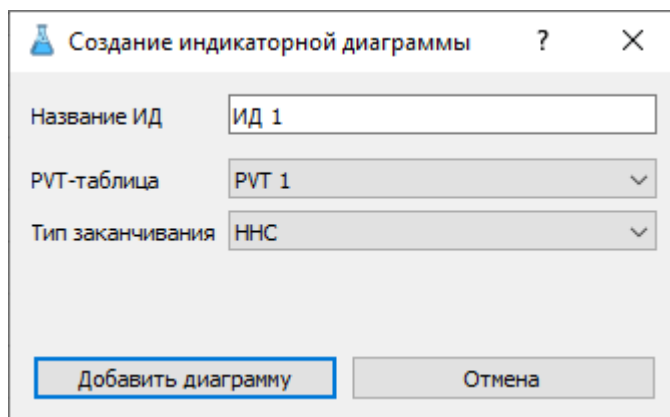


Рис. 9 Окно создания индикаторной диаграммы

2.2 Редактирование индикаторных диаграмм

После создания и выбора индикаторной диаграммы открываются поля для редактирования параметров диаграммы.

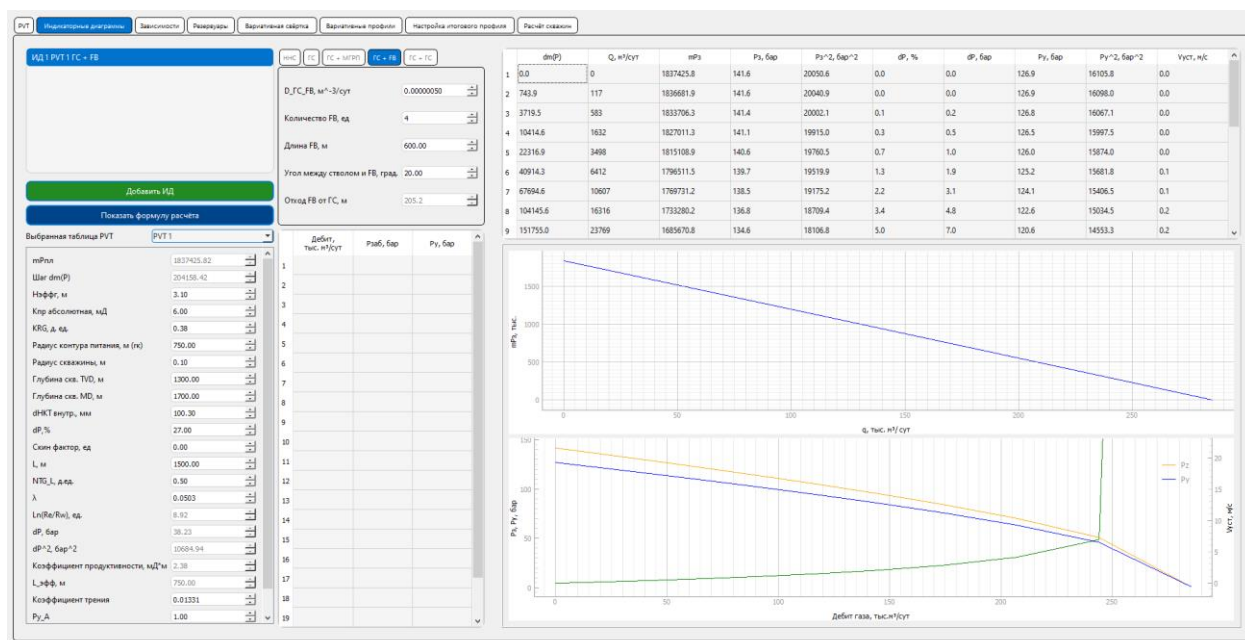


Рис. 10 Индикаторная диаграмма, заполненная тестовыми данными

Между созданными диаграммами можно переключаться и редактировать при необходимости.

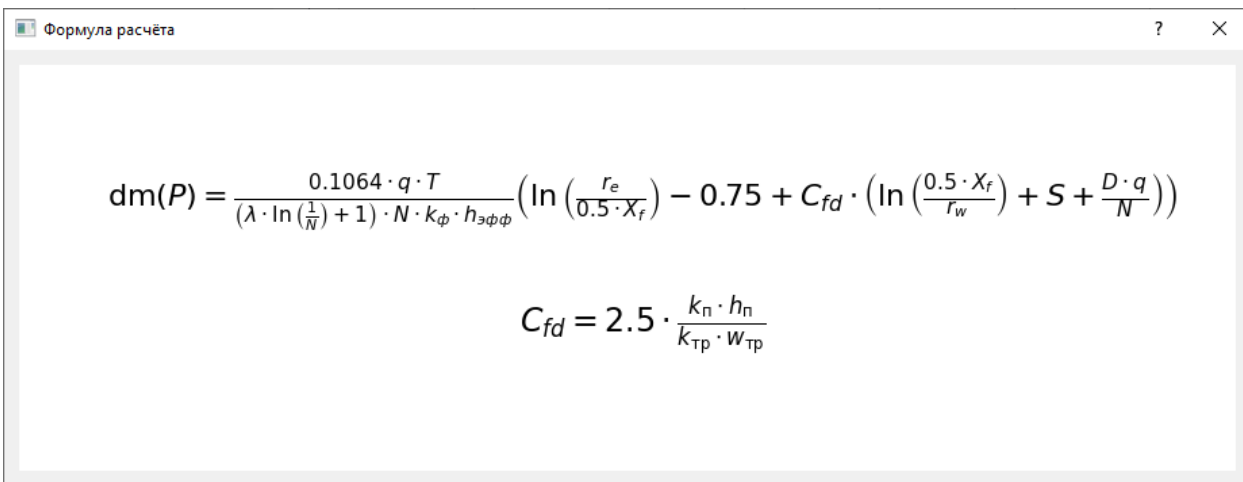
2.3 Вычисления в индикаторных диаграммах

Индикаторные диаграммы имеют изменяемые и неизменяемые поля. В изменяемые поля пользователь может вручную вносить значения, неизменяемые поля автоматически вычисляются на основе изменяемых полей (или данных связанной PVT-таблицы).

При внесении изменений все вычисляемые параметры (в том числе таблица индикаторной диаграммы) пересчитываются автоматически с построением графиков под таблицей диаграммы.

Индикаторные диаграммы имеют 5 вкладок, которые содержат параметры для разных типов заканчивания: ННС, ГС, ГС+МГРП, ГС+ФВ, ГС+ГС. Если хотя бы один из параметров на вкладке типа заканчивания равен 0, то данный тип заканчивания считается незаполненным для данной индикаторной диаграммы. При переключении вкладки с типом заканчивания пересчёт таблицы происходит автоматически.

При нажатии на кнопку «Показать формулу расчёта» откроется окно (Рис. 11), содержащее формулу вычисления для выбранного типа заканчивания.



$$dm(P) = \frac{0.1064 \cdot q \cdot T}{(\lambda \cdot \ln(\frac{1}{N}) + 1) \cdot N \cdot K_{\phi} \cdot h_{эфф}} \left(\ln\left(\frac{r_e}{0.5 \cdot X_f}\right) - 0.75 + C_{fd} \cdot \left(\ln\left(\frac{0.5 \cdot X_f}{r_w}\right) + S + \frac{D \cdot q}{N} \right) \right)$$

$$C_{fd} = 2.5 \cdot \frac{k_p \cdot h_p}{k_{тр} \cdot w_{тр}}$$

Рис. 11 Окно с формулой расчёта для ГС+МГРП

При необходимости у выбранной индикаторной диаграммы можно изменить связанную таблицу PVT, выбрав одну из созданных в выпадающем списке.

При изменении выбора таблицы имя выбранной таблицы отображается в списке созданных индикаторных диаграмм.

При редактировании связанной таблицы PVT индикаторная диаграмма пересчитывается автоматически.

При удалении связанной таблицы PVT в выпадающем списке индикаторной диаграммы будет указано «Нет PVT»

2.4 Удаление индикаторных диаграмм

Удаление индикаторной диаграммы происходит по аналогии с удалением PVT-таблицы.

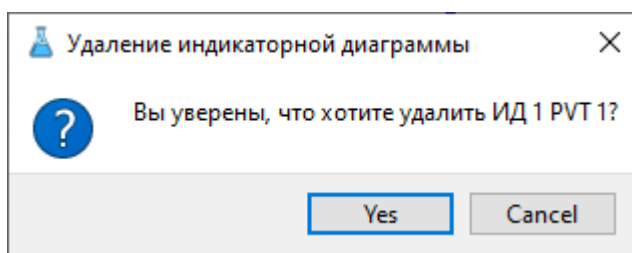


Рис. 12 Подтверждение удаления выбранной индикаторной диаграммы

Вкладка «Зависимости»

3.1 Создание зависимостей

Программа позволяет создать несколько зависимостей ВГФ($Q_{\text{нак}}$) и $T(q)$. Создание происходит по аналогии с PVT-таблицей.

Примечание: зависимости являются одним объектом

3.2 Редактирование зависимостей

После создания и выбора зависимости появляется возможность ввода данных в таблицы.

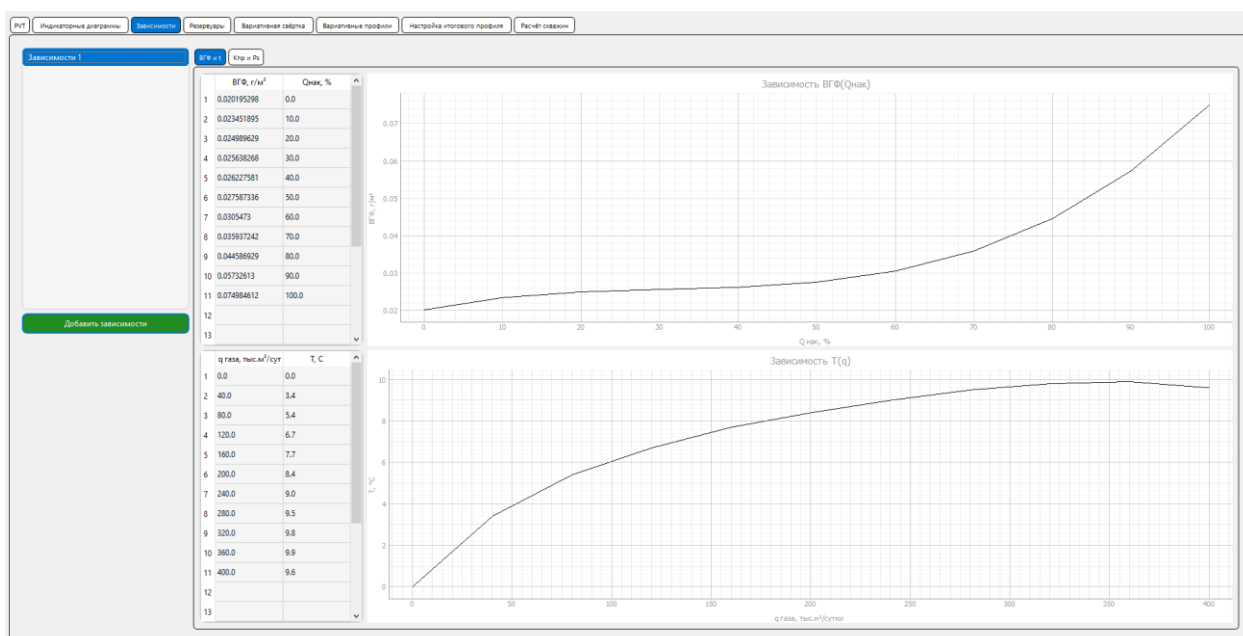


Рис. 13 Зависимость, заполненная тестовыми данными

3.3 Вычисления в зависимостях

При внесении изменений в таблицы зависимости автоматически пересчитываются. Интерполяция данных осуществляется с помощью кубических сплайнов. Зависимость строится только в том случае, если есть не менее 2 заполненных строки таблицы.

3.4 Удаление зависимостей

При необходимости зависимость можно удалить (удаление по аналогии с ранее упомянутыми объектами).

Вкладка «Резервуары»

4.1. Создание резервуара

Вкладка «Резервуары» имеет 2 вкладки: «Выбор и генерация резервуара» и «Распределение параметров резервуара». Создание резервуара происходит на первой вкладке

Для создания резервуара необходимо иметь созданную индикаторную диаграмму и зависимости.

При создании резервуара открывается окно (Рис. 14) с возможностью задать имя резервуара, выбрать индикаторную диаграмму и зависимости из списка созданных ранее.

Рис. 14 Создание резервуара

4.2. Редактирование резервуара

После создания и выбора резервуара откроется возможность редактирования параметров резервуара: можно изменить выбранную индикаторную диаграмму, зависимости, задать параметры расчёта количества скважин, GCOS и входные данные генерации параметров резервуара. Также можно изменить таблицу «Геологические реализации» или загрузить её из «Геологического модуля».

4.3. Вычисления резервуаров

Вычисление таблицы «Геологические реализации» может быть осуществлён несколькими способами:

1. Получение из геологического модуля
2. Вставка из Excel
3. Генерация на основе входных данных распределения параметров

Рассмотрим подробнее генерацию на основе входных данных.

Каждый резервуар имеет свою таблицу «Входные данные», в которой можно задать данные для генерации. Можно задать стандартное отклонение, максимум, минимум и математическое ожидание для следующих параметров:

1. Площадь
2. Нэффг
3. Кп
4. Кг
5. ПС5+
6. Кпр абсолютная
7. Кt
8. Кр
9. Кохв
- 10.Квыт
- 11.Скин фактор
- 12.D фактор

После заполнения таблицы «Входные данные» можно сгенерировать таблицу резервуара, нажав на соответствующую кнопку. После нажатия на кнопку откроется окно (Рис. 15) с выбором параметров для генерации.

Параметр	Тип распределения
☐ Пересчитать всё	
☐ Пересчитать площадь	Нормальное
☐ Пересчитать Нзффг	Нормальное
☐ Пересчитать Кп	Нормальное
☐ Пересчитать Кг	Нормальное
☐ Пересчитать ПС5+	Нормальное
☐ Пересчитать PERMX	Нормальное
☐ Пересчитать Kt	Нормальное
☐ Пересчитать Кр	Нормальное
☐ Пересчитать Кохв	Нормальное
☐ Пересчитать Квыт	Нормальное
☐ Пересчитать скин фактор	Нормальное
☐ Пересчитать D фактор	Нормальное
Пересчитать	

Рис. 15. Выбор параметров для генерации

В том случае, если необходимо сгенерировать таблицу полностью, рекомендуется выбрать «Пересчитать все».

Для каждого из генерируемых параметров в выпадающем списке можно выбрать тип распределения: нормальное, логнормальное, равномерное и треугольное. В том случае, если не удаётся сгенерировать необходимое количество значений с указанными входными данными (например, если выбрано логнормальное распределение и заданы огромные значения в таблице «Входные данные» соответствующего параметра), пользователь получит уведомление об ошибке и таблица «Геологические реализации» не будет сгенерирована полностью. В том случае, если ошибка не возникла, сгенерированные параметры записываются в таблицу «Геологические реализации», а остальные параметры таблицы вычисляются по формулам. Также вычисляется таблица «Статистика» для всех параметров таблицы «Геологические реализации».

Пользователь имеет возможность вручную изменять таблицу «Геологические реализации», что приведёт к пересчёту изменяемых строк таблицы. Таблица «Статистика» будет изменена автоматически в случае необходимости.

4.4. Распределения параметров резервуара

На вкладке «Распределение параметров резервуара» (Рис. 16) можно увидеть графики с гистограммами распределения всех параметров таблицы «Геологические реализации».

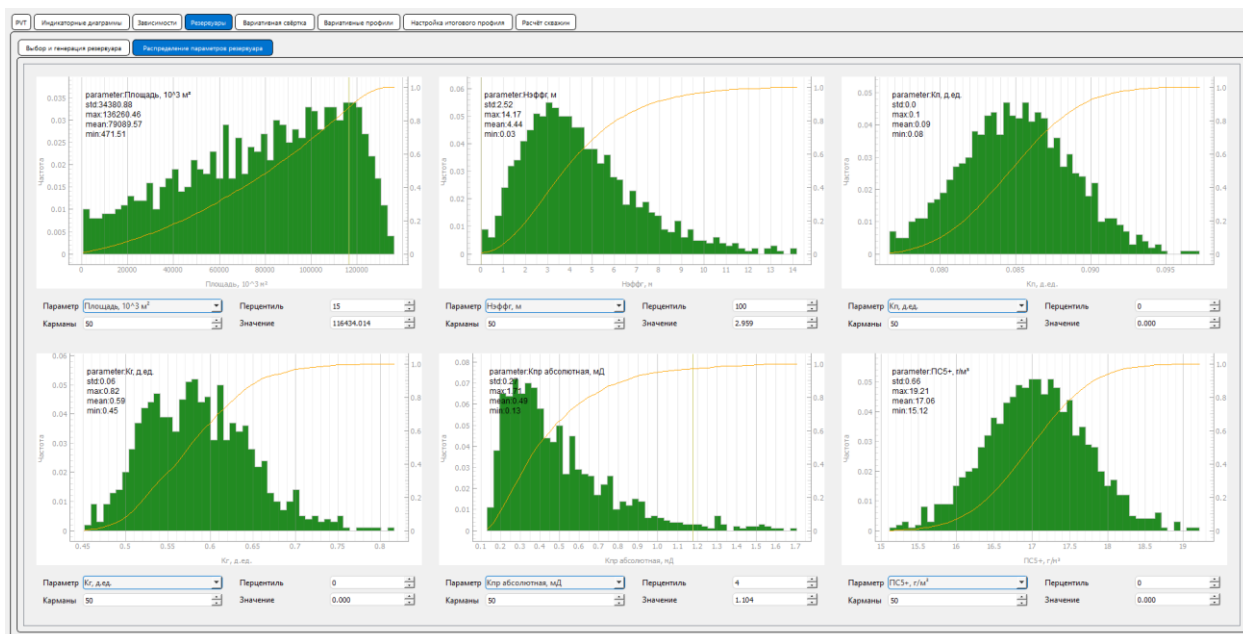


Рис. 16 Вкладка «Распределение параметров резервуара»

Оранжевым цветом обозначен график накопленной частоты. В левом верхнем углу окна с графиком написаны: название выбранного параметра, стандартное отклонение, максимальное, среднее и минимальное значения.

Под окном графика находится выпадающий список, в котором можно выбрать параметр для построения гистограммы.

При наведении курсора на график построится вертикальная линия, в поле «Значение» будет написано значение, через которое проходит построенная линия. В поле «Перцентиль» будет указано, какому перцентилю соответствует текущее значение параметра. В поле «Перцентиль» можно вручную написать число от 0 до 100, после чего в поле «Значение» появится число, которому соответствует указанный перцентиль.

Вкладка «Вариативная свёртка»

5.1. Создание вариативной свёртки

Для расчёта вариативной свёртки необходимо иметь не менее 2 созданных резервуаров: введите количество кейсов свёртки, начальный перцентиль и шаг, затем нажмите «Расчитать реализации», выберите необходимые резервуары и целевой параметр.

После заполнения всех данных будет выполнен расчёт кейсов с учётом и ограничений (оптимальная комбинация) в пределах одного резервуара и без их учёта.

Объекты	Площадь, 10 ⁻³ м ²	габарит, м	Убыль коллектора 10 ⁻³ м ³	Кл, д.дд.	Параллельный объём, 10 ⁻³ м ³	Кл, д.дд.	Кл	Кр	НГЗ газа, мПа м ³	ПКС+, г/м ³	НГЗ конденсата, мм т.	Кпр абсолютная, мм	Коэф. протект.
№1450P12 123	78500.00	5.44	426825.67	0.093	39832.84	0.673	1.02	179.60	4.91	16.89	0.08	5.01	2.25
№1740P12 1234556	78500.00	6.00	471139.93	0.084	39752.94	0.575	1.02	188.60	4.40	17.24	0.08	0.35	0.13

Параметры

Количество кейсов: 3

P, %: 50

Шаг перцентилей: 40

Расчитать реализации

Рис. 17. Вкладка «Вариативная свёртка»

5.2. Способ расчёта вариативной свёртки

Расчёт происходит следующим образом (на примере НГЗ):

1. Для каждого выбранного резервуара рассчитываются отсортированные параметры НГЗ (сделано в целях оптимизации расчёта перцентилей).
2. Рассчитывается 1000 значений НГЗ (1 значение = сумма НГЗ (случайных реализаций, по одной из каждого резервуара)).

3. Определяется значение X , соответствующее перцентилю, указанному пользователем.
4. Определяется перцентиль P_i (и соответствующие геологические реализации), при котором значение $\sum \text{НГЗ Пласт1}(P_i), \text{НГЗ Пласт2}(P_i), \dots, \text{НГЗ ПластN}(P_i)$ наиболее близко к X .
5. Для каждого перцентиля выбираются 5 перцентилей из окрестности с шагом 0.1
6. Происходит расчёт оптимальной комбинации по аналогии с шагом 4, но таким образом, чтобы ключевые параметры реализации с меньшим перцентилем были не меньше параметров реализации с меньшим перцентилем в пределах одного резервуара и при этом отклонение по сумме НГЗ было наименьшим

Вкладка «Вариативные профили»

6.1. Создание и расчёт вариативных профилей

Для создания и расчёта вариативных профилей необходимо иметь хотя бы один созданный резервуар и выбрать его на вкладке «Вариативные профили».

The screenshot shows a software interface for creating and calculating variative profiles. The interface is divided into several sections:

- Top Navigation:** Includes tabs for 'Индикаторная диаграмма', 'Зависимости', 'Резервуары', 'Вариативные профили', 'Настройка итогового профиля', and 'Расчёт сводки'. The 'Вариативные профили' tab is currently active.
- Left Sidebar:**
 - Параметры расчёта:** Includes a dropdown for 'Выбранный резервуар' (set to 'Нет'), a checkbox for 'Расчитать P0-100', a field for 'Количество профилей' (set to 1), a field for 'P, %' (set to 5), and a field for 'Шаг перцентилей, %' (set to 10.0).
 - Исходные параметры резервуара:** Includes fields for 'Начальные геологические запасы, млрд м³' (0.00), 'Конк. д. кб' (0.00), 'Дренатурные запасы, млрд м³' (0.0), 'Кпр абсолютная, мд' (0.0000), and 'Нэфф, м' (0.00).
- Main Table:** A large table with 12 columns representing years (1 to 12). The first two rows are for 'Максимальная добыча, млн м³/год' and 'Минимальное Руупг, бар'. Below this is a section for various pressure and flow parameters, each with a corresponding row for years 1 through 12.
- Bottom Section:** A section for 'Технологические параметры' with a table for inputting data for 12 years. The table includes columns for 'НЭГ газ, млрд м³', 'З конденсата, млн', 'Экв газ, млрд м³', 'к конденсата, млн', 'Фонд, кб', 'Полка, млрд м³', 'Полка, лет', 'ЗНГ за полку, д.кб', 'КЭГ д. кб', 'КЭК д. кб', 'Убит газ, тыс.м³', 'мк доб. газ, млн', 'Конк. д.кб', and 'мк зап. газ, млрд'.

Рис. 18. Пустая вкладка «Вариативные профили»

Для расчёта вариативных профилей необходимо ввести:

1. Количество профилей
2. Начальный перцентиль
3. Шаг перцентилей
4. Технологические параметры
5. Технологические ограничения

Также необходимо заполнить таблицу ограничения максимальной добычи и минимального давления на УКППГ для каждого года. Расчёт выполняется в многопроцессном режиме (несколько вариативных профилей вычисляются одновременно, скорость расчёта напрямую зависит от количества доступных потоков операционной системы).

6.2. Отображение результатов расчёта

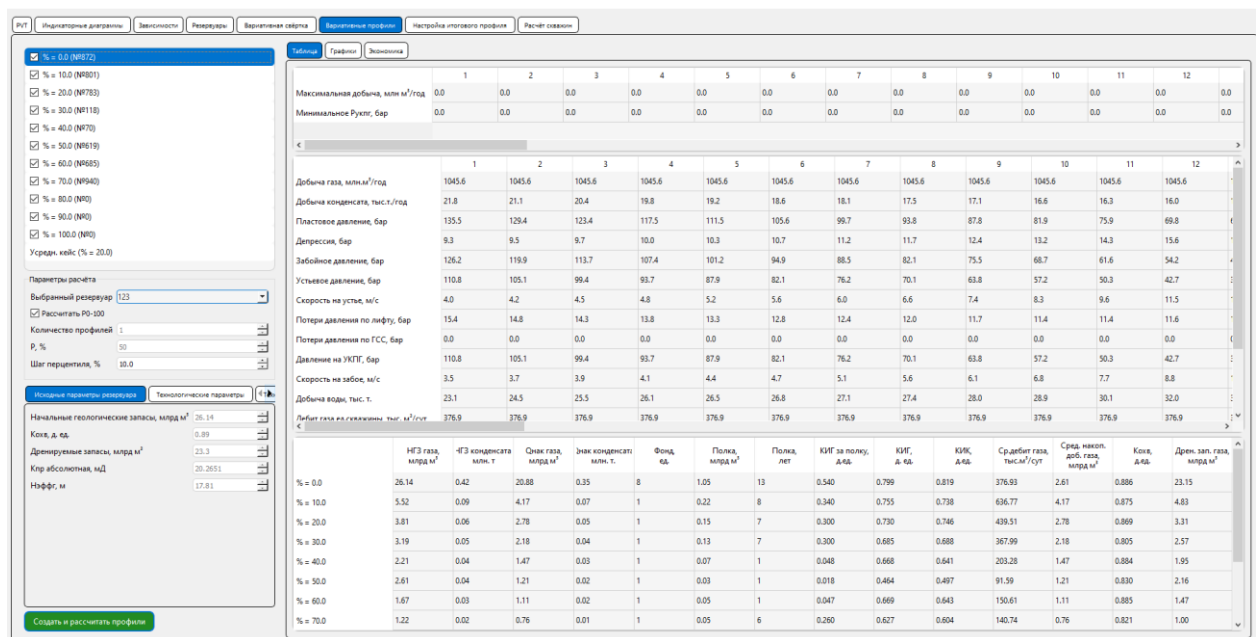


Рис. 19. Рассчитанные профили P0-P100

Результат расчёта представляется в табличном и графическом виде. На вкладке «Графики» отображается таблица с рассчитанными технологическими показателями, а также таблица со статистикой по каждому вариативному профилю. На вкладке «Графики» представлено визуальное отображение расчётов на графиках.

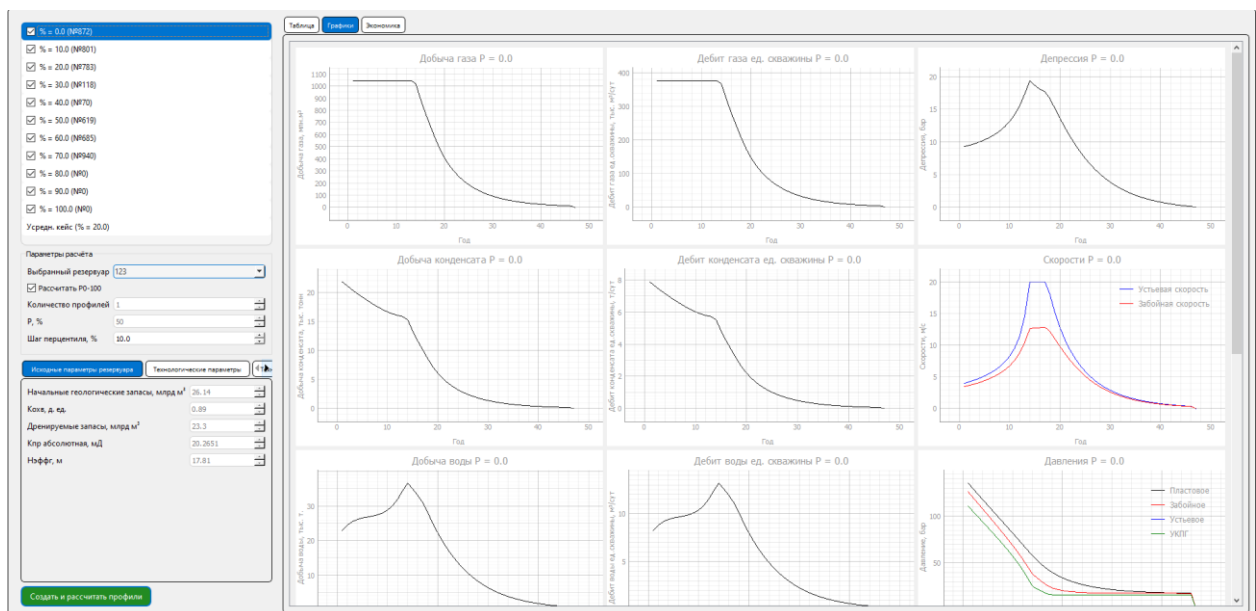


Рис. 20. Визуальное отображение результатов расчёта

На вкладке «Экономика» возможен расчёт некоторых экономических показателей с визуальным отображением информации на графиках.

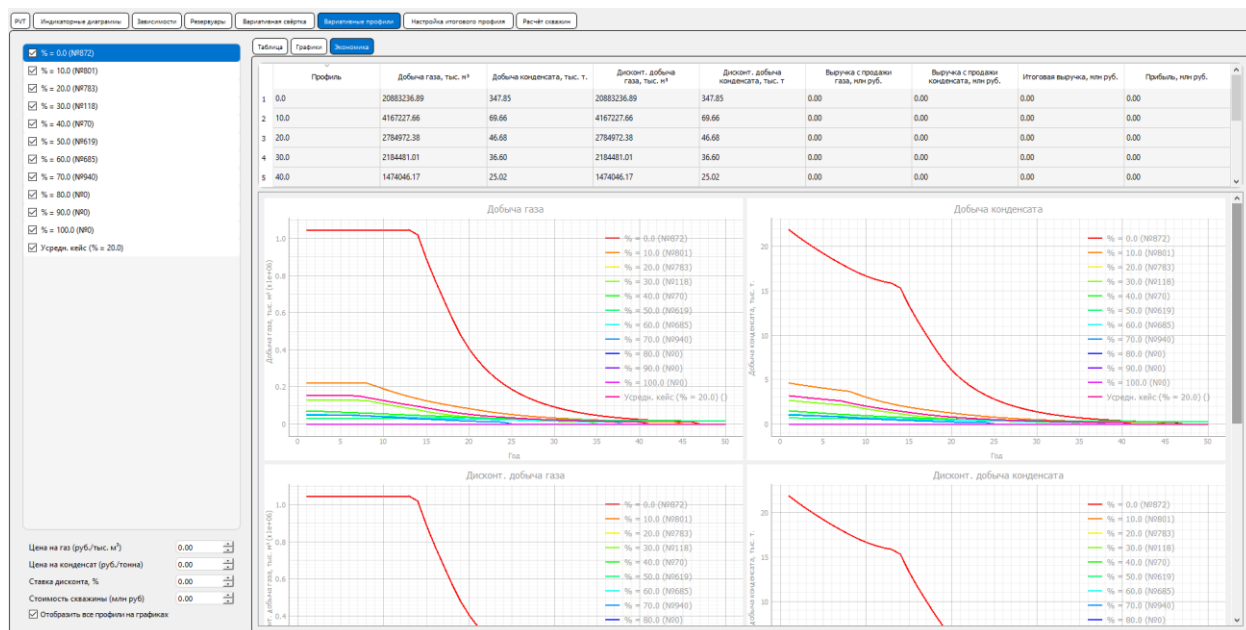


Рис. 21. Вкладка «Экономика»

Вкладка «Настройка итогового профиля»

7.1. Создание и расчёт итоговых профилей

Для создания итогового профиля необходимо выполнить одно из двух действий:

1. Выполнить экспорт профиля со вкладки «Вариативные профили» (кликнув правой кнопкой мыши по нужному профилю и выбрав пункт «Экспортировать на настройку итогового профиля»)
2. На вкладке «Настройка итогового профиля» кликнуть правой кнопкой мыши по резервуару, выбрать пункт «Экспортировать реализацию», в открывшемся меню выбрать резервуар и номер геологической реализации. Профиль будет создан на основе геологической реализации из выбранного резервуара

Для расчёта итогового профиля необходимо:

1. Выбрать ограничение по максимальной добыче
2. Ввести необходимые параметры
3. Заполнить таблицу с динамикой фонда и максимальной добычи

7.2. Отображение результатов расчёта

Результат расчёта представляется в табличном и графическом виде. На вкладке «Таблица» отображается таблица с рассчитанными технологическими показателями, а также таблица со статистикой по выбранному итоговому профилю. На вкладке «Графики» представлено визуальное отображение расчётов на графиках.

Вкладка «Расчёт скважин»

8.1. Создание и расчёт скважин

Создание скважин: пользователь может добавить в таблицу скважины (и задать параметры для каждой отдельно. Опционально можно задать пласт, куст и комментарий.

Ячейки столбцов «ИД» (Индикаторная диаграмма) и «Зависимости» являются выпадающими списками, содержащими созданные пользователем объекты ИД и Зависимости.

При заполнении данных скважин можно воспользоваться копированием таблицы из Excel. При вставке таблицы программа автоматически определит необходимые объекты ИД и Зависимости по их названию. При попытке вставить название объекта, которого нет, пользователь увидит несколько предупреждение в виде красной подсветки и ошибку при попытке начать расчёт.

Добавить скважины можно с помощью контекстного меню таблицы. Добавить можно как одну скважину, так и сразу несколько: при выборе «Добавить N скважин» откроется окно, в поле которого можно указать, сколько скважин нужно добавить, что упрощает работу при наличии большого количества скважин.

Для расчёта скважин разработана функция на основе расчёта вариативных профилей, учитывающая необходимость балансировки добычи в зависимости от абсолютно свободного дебита: для каждой скважины рассчитывается вес (отношение абсолютно свободного дебита скважины и суммы абсолютно свободных дебитов всех скважин), определяется необходимый уровень добычи скважины (максимальная добыча * вес). В том случае, если скважина не может выдать необходимый уровень из-за ограничений, недостаток распределяется на те скважины, которые могут этот

недостаток компенсировать (при распределении учитывается вес скважин). Для выполнения расчёта необходимо указать некоторые данные, общие для всех скважин.

Технологические параметры:

- Диаметр ГСС внутренний
- Протяжённость ГСС
- dНКТ
- Коэффициент трения
- Коэффициенты P_{y_A} , P_{y_B}

Технологические ограничения:

- Выбор используемого ограничения: макс. добыча (млн м³/год), макс. добыча (% от НГЗ) или стартовая депрессия (выбирается один из параметров)
- Значение выбранного ограничения (используется значение за соответствующий год из таблицы)
- Максимальная депрессия
- Максимальная устьевая скорость
- Максимальная погрешность расчёта

8.2. Работа с фильтрами

На вкладку «Расчёт скважин» добавлен объект – «Настройки фильтров скважин». Это позволяет сохранить текущие выбранные фильтры для повторного использования их в будущем. Для сохранения настроек фильтра необходимо нажать правой кнопкой по таблице со скважинами и в контекстном меню выбрать соответствующий пункт. После этого в списке появится объект с настройками фильтров. Новый созданный фильтр применяется по умолчанию и отмечается зелёной точкой в списке фильтров.

Созданный фильтр по умолчанию называется «Настройки фильтра N», при необходимости фильтры можно переименовать, кликнув 2 раза на название фильтра в списке.

Для того, чтобы применить фильтр, нужно нажать на него правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать «Применить фильтр».

Для просмотра содержимого фильтра необходимо навести курсор на фильтр, содержимое будет отображено во всплывающей подсказке.