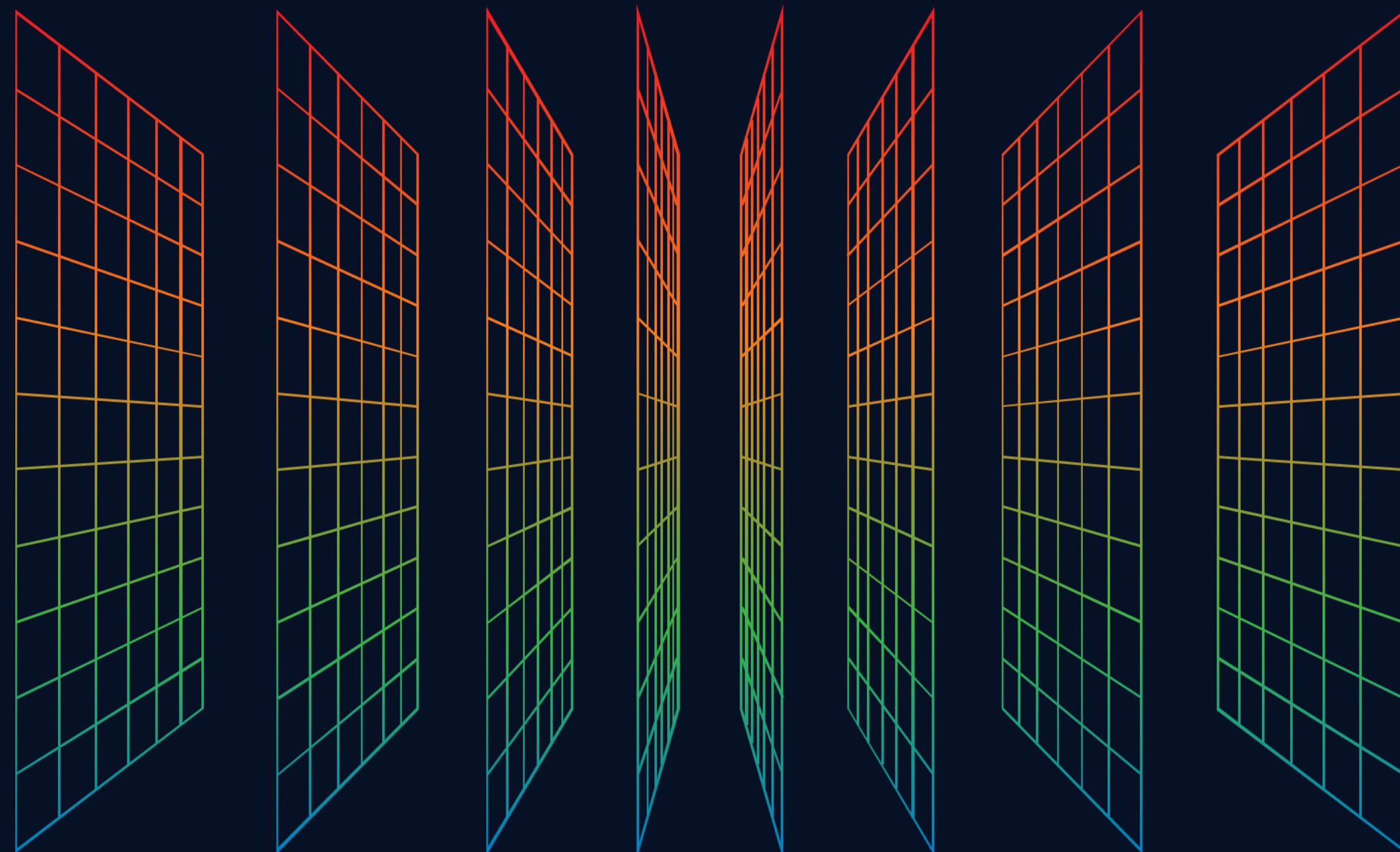


# Дизайнер Сетей



**Внимание!** При прохождении данного курса следует помнить, что методики, описанные в рамках урока, носят рекомендательный характер и не являются единственно верными. Основной целью данного курса является рассмотрение всех основных функций, доступных в тНавигатор. В реальных проектах применяемые методики могут отличаться от описанных в данном курсе. Все данные, используемые в курсе, не являются реальными.



















# Модуль Дизайнер Сетей

Проект Дизайнеры Моделирование Настройки Лицензии Помощь

Параллельность: Все ядра = 12  Использовать GPU



[www.rfdyn.ru](http://www.rfdyn.ru)  
[tnavigator@rfdyn.ru](mailto:tnavigator@rfdyn.ru)

 <b>Геология</b> Геологическое моделирование	 <b>Модель</b> Создание, расчёт и анализ динамических моделей и	 <b>Расчёт</b> Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических
 <b>Сейсмика</b> Работа с сейсмическими данными	 <b>PVT Дизайнер</b> Работа с моделью флюида	 <b>Результаты</b> Просмотр результатов расчёта моделей
 <b>Геостиринг</b> Сопровождение бурения	 <b>Дизайнер ОФП</b> Фильтрационные исследования	 <b>Адаптация</b> Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ
 <b>Скважина</b> Модель скважины	 <b>МатБаланс</b> Анализ материального баланса	 <b>Симулятор ГРП</b> Моделирование трещин гидроразрыва пласта
 <b>Дизайнер Сетей</b> Моделирование поверхностных сетей	 <b>Очередь Задач</b> Управление очередью заданий	 <b>Кластер</b> Расчёты на кластере
 <b>Лицензии</b> Состояние и установка	 <b>Документация</b> Техническое описание	 <b>Эксперт</b> Интерактивный справочник и новости

# Ключевые преимущества

## ● Унификация

- Создание и расчет интегрированных «пласт-скважина-сеть» и независимых (Только сеть) моделей поверхностной сети
- Проектирование поверхностной сети с учетом рельефа местности

## ● Уникальная функциональность

- Множественное редактирование
- Контроль корректности сети
- Менеджер проектов и Редакторы (событий, температуры, Python и др.)

## ● Интеграция

- Интеграция с другими модулями: Дизайнер Моделей, PVT Дизайнер, Дизайнер Скважин, Матбаланс и Симулятор
- Отсутствует необходимость в использовании интегратора
- Полностью неявная схема интеграции пласта и сети сбора
- Единая система уравнений решается на каждом временном шаге
- Работа с Workflow

## ● Скорость и интерактивный интерфейс

- Инструменты автоматизации создания и модификации проектов
- Быстрый стабильный расчет поверхностной сети и удобный интерфейс для визуализации результатов

# Обзор основной функциональности Дизайнера Сетей

Создание и редактирование проектов поверхностной сети сбора и объектов подготовки продукции с учетом технологических и экономических ограничений

Расчет потерь давления в сети с помощью многофазных корреляций течения. Адаптация расчетов на промышленные замеры

Оптимизация работы объектов промысла и магистрального транспорта в соответствии с заданными ограничениями и условиями

Расчет условий гидратообразования. Учет и оптимизация расхода ингибиторов

Поддержка уравнения состояния GERG-2008 для расчета физических свойств при моделировании магистральных трубопроводов

Загрузка карт дневной поверхности и автоматическое построение профилей труб сложной геометрии

Контроль корректности задания исходных данных сети

Автоматизированная адаптация поверхностных сетей

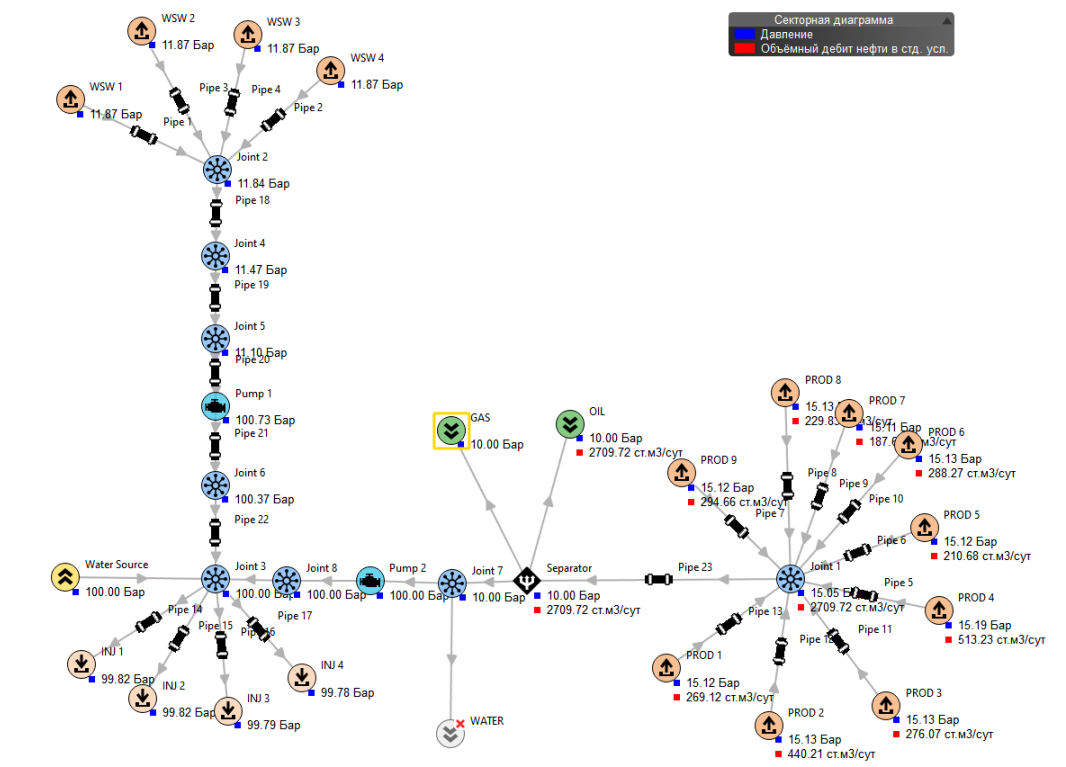
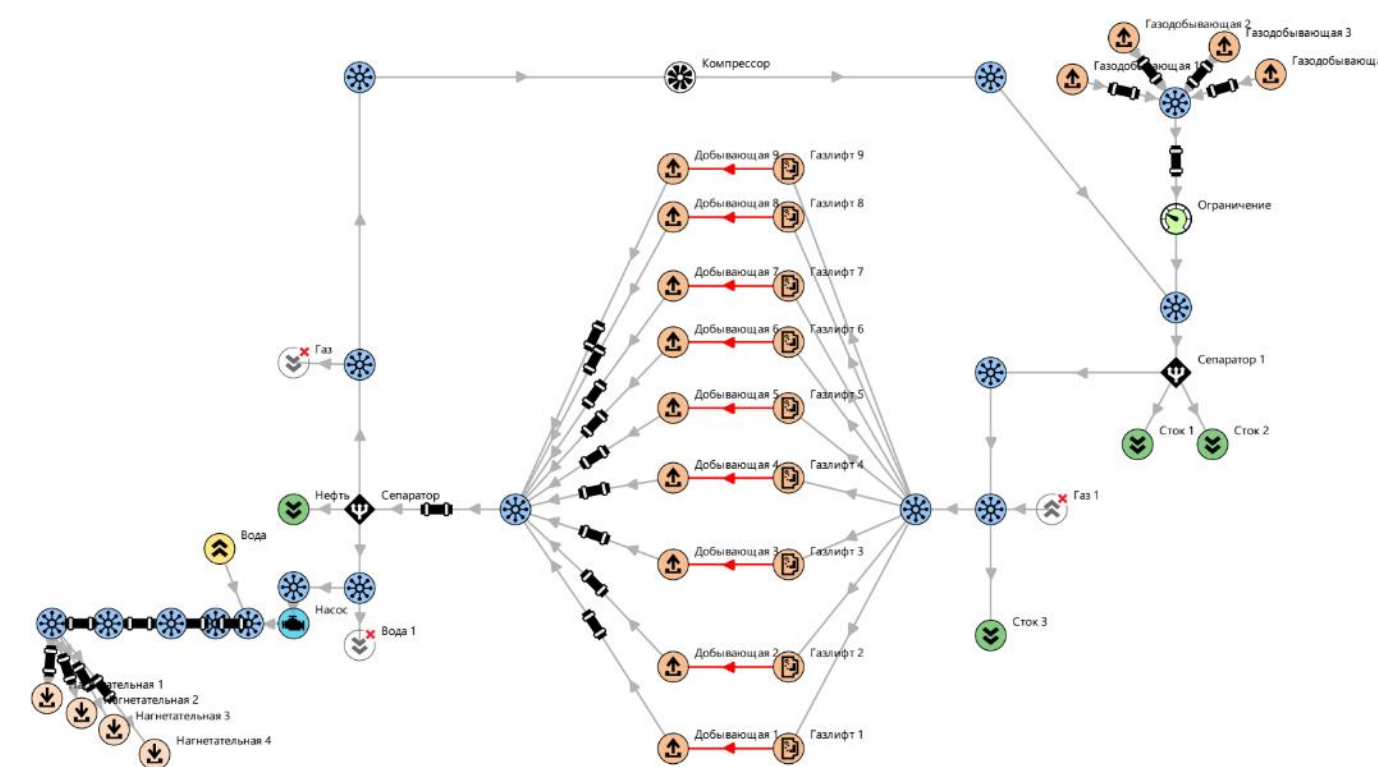
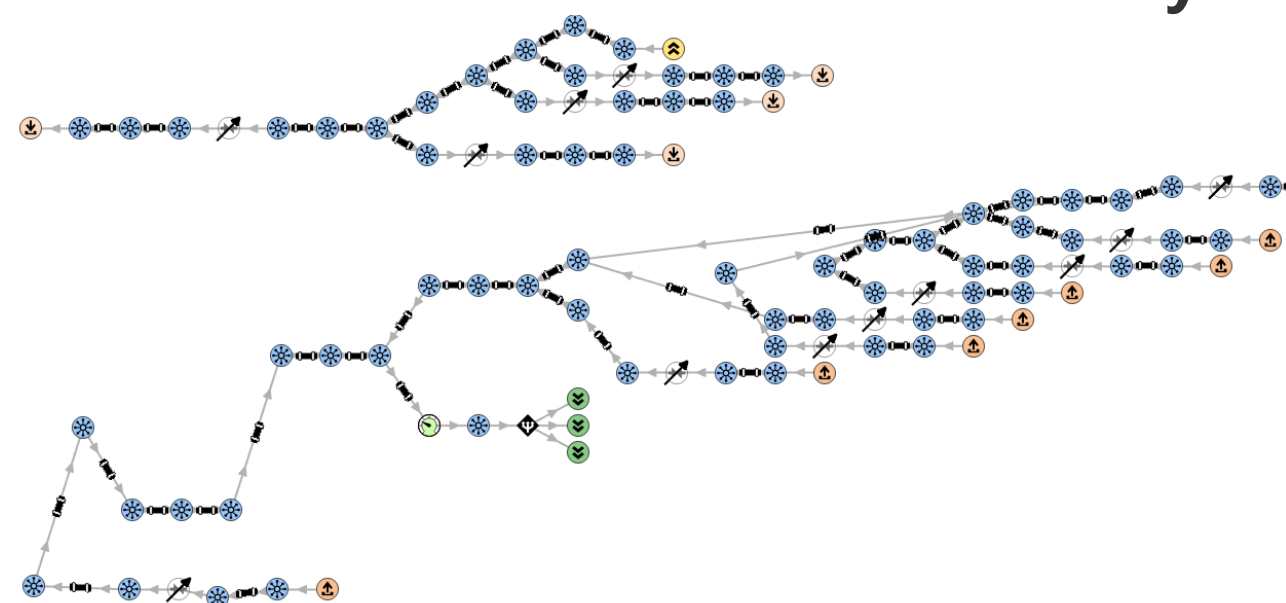
Расчет работы оборудования с учетом колебания среднемесячной температуры окружающей среды

Контроль потока: расчет коррозии и эрозии. Анализ и оценка стабильности потока. Расчет параметров эмульсии

Возможность интеграции корпоративные инструменты анализа с помощью API

Автоматическое распараллеливание вычислений на все ядра рабочей станции

и другие опции...



# Создание модели поверхностной сети

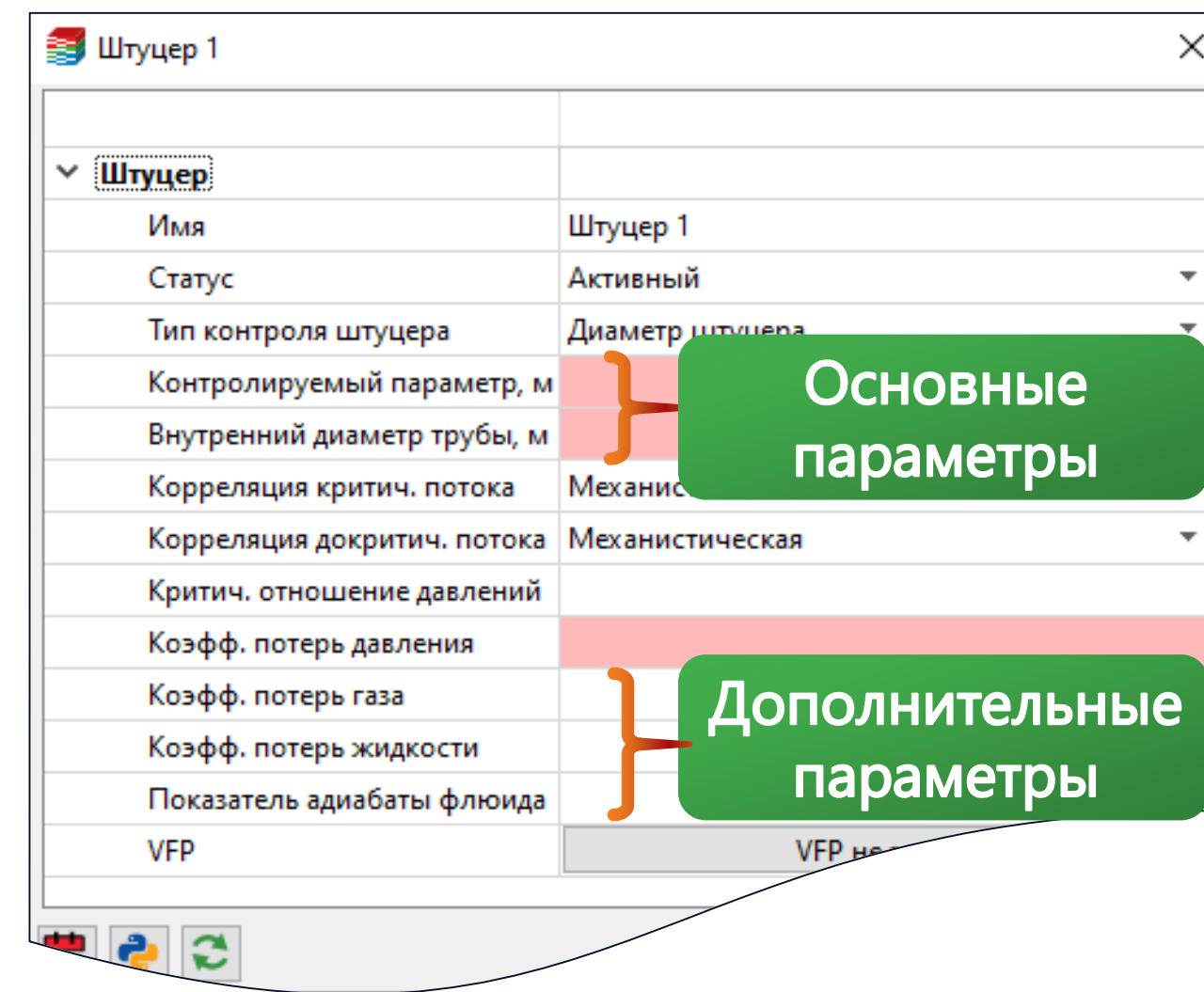
# Создание модели поверхностной сети

## ● Модель поверхностной сети:

- Система уравнений поверхностной сети для давления  $p$ , массового расхода  $q$  и температуры  $T$
- Количество граничных условий на давление и расход должно равняться  $N_{\text{источников}} + N_{\text{стоков}}$
- По крайней мере, одно условие для давления и одно для расхода должно быть задано в граничных точках

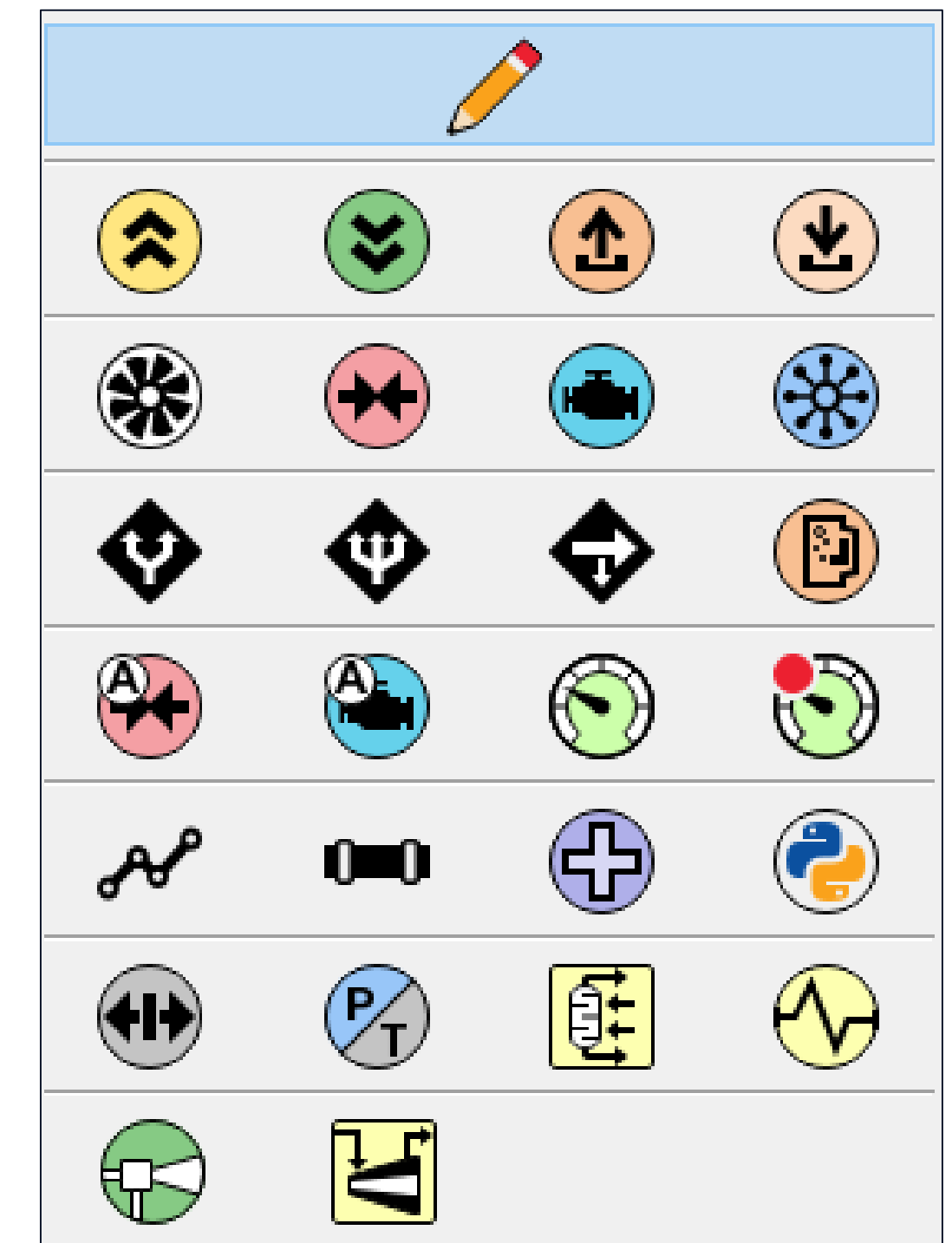
## ● Задание объектов:

- Библиотека объектов поверхностной сети
- Задание настроек объектов
- Одновременное редактирование множества объектов (множественное редактирование)
- Копирование отдельных объектов и выбранных групп целиком



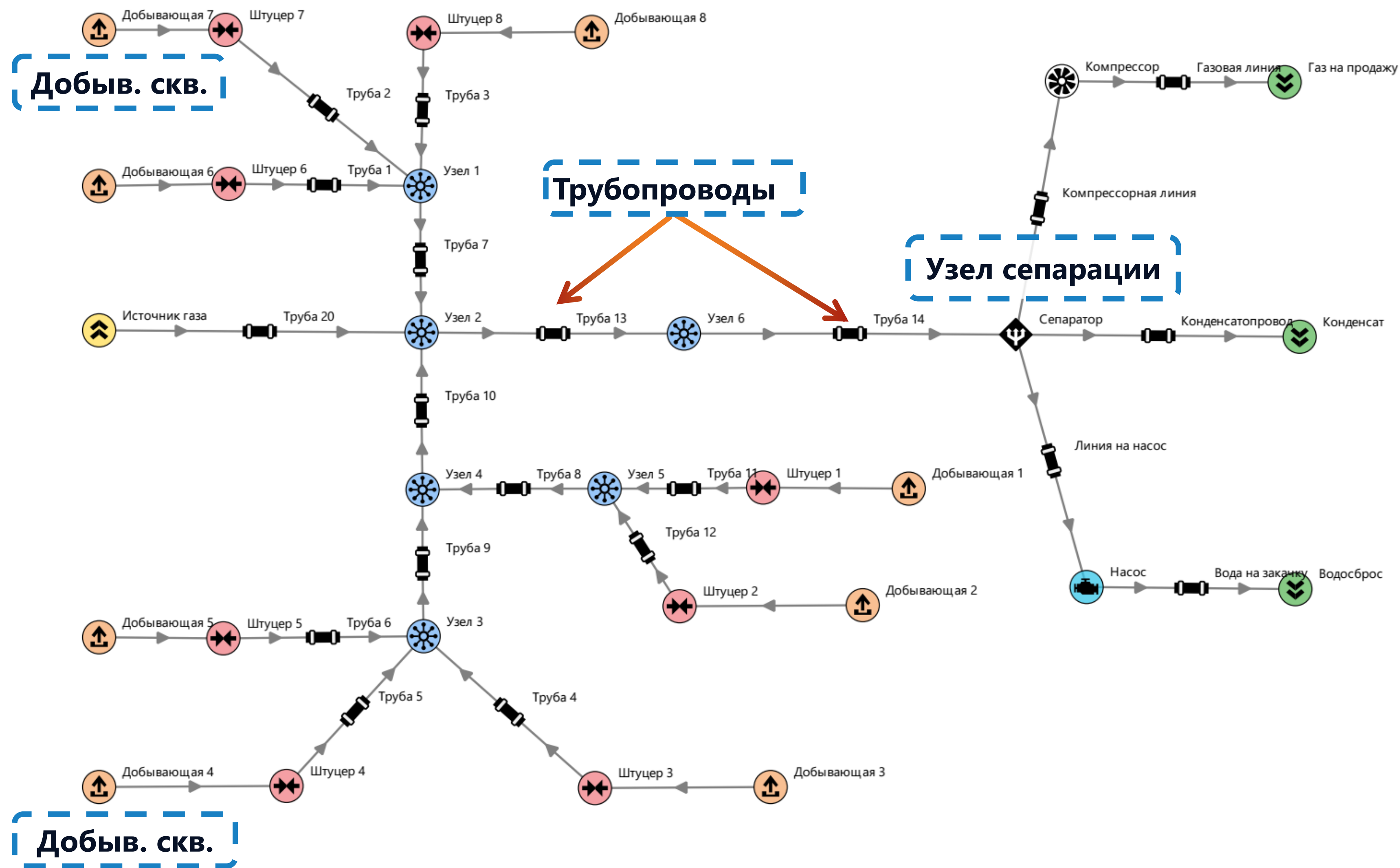
## ● Проверка корректности сети:

- Проверка задания необходимого количества граничных условий (давления, расходы)
- Проверка задания необходимых для расчета характеристик оборудования
- Проверка задания состава флюида и IPR кривой и VFP таблицы (модель Только сеть)



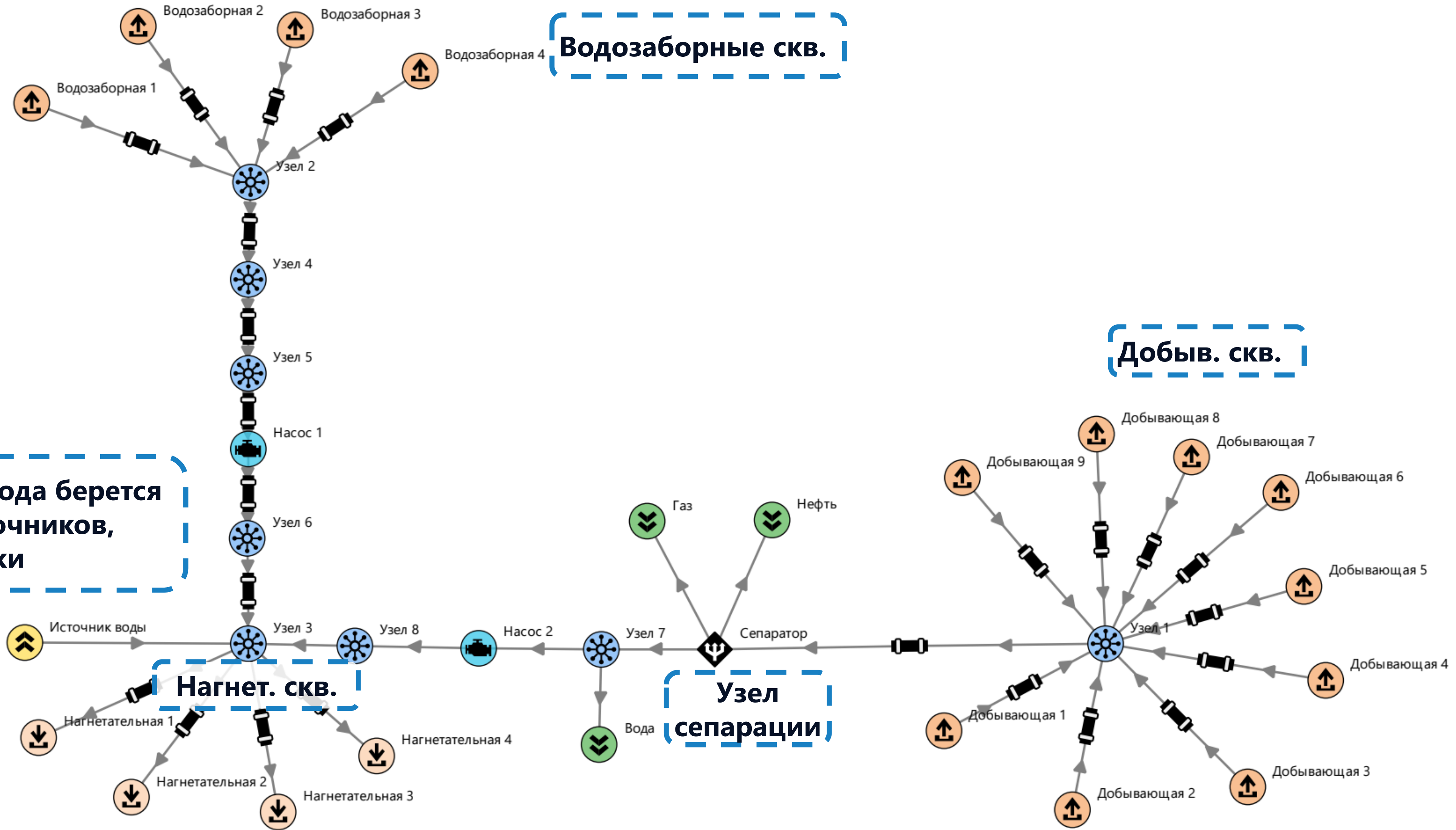
Библиотека элементов  
поверхностной сети

# Добывающая сеть





# Нагнетательная сеть



Водозабор - вода берется из других источников, например, реки

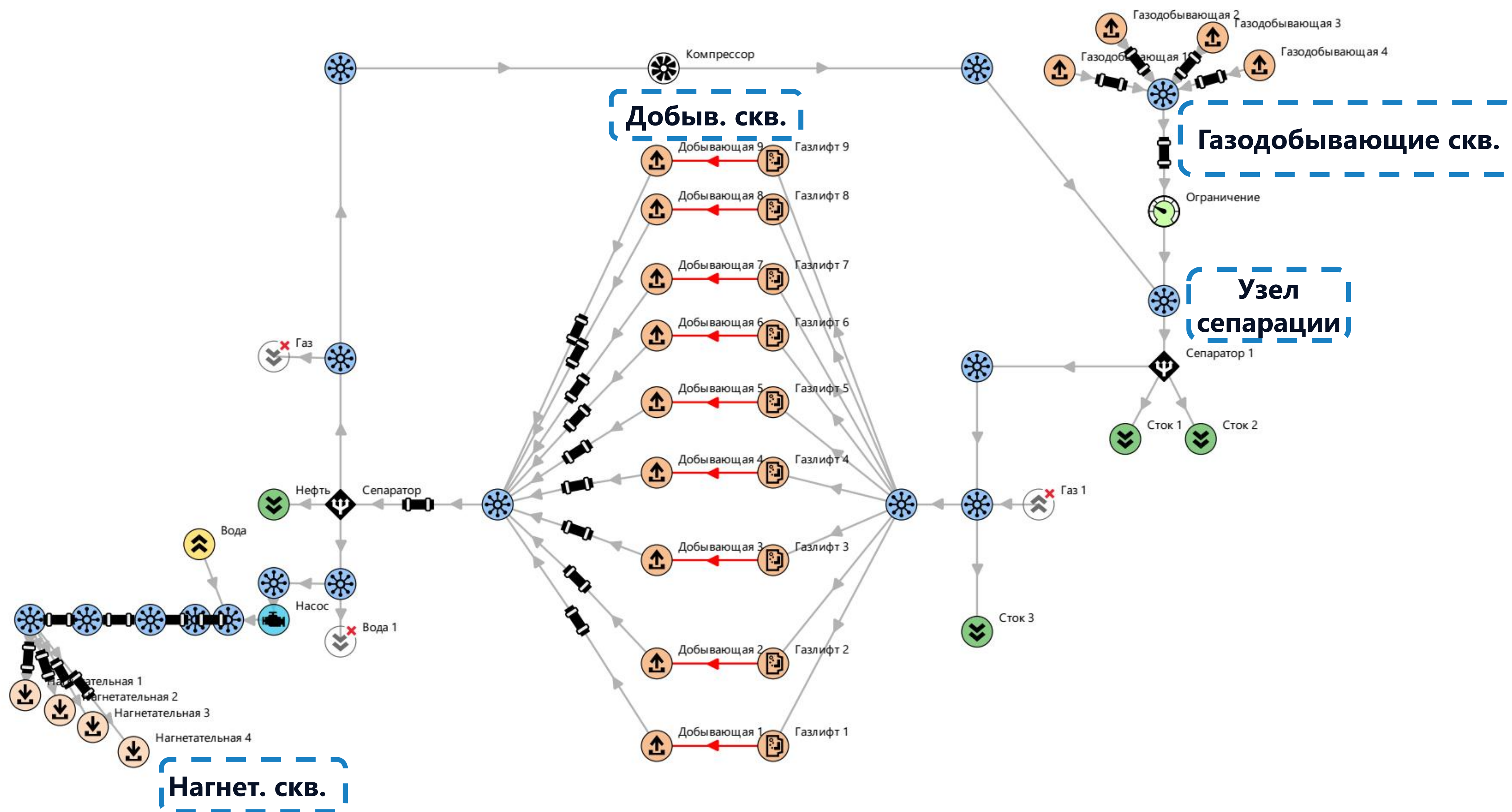
Водозаборные скв.

Нагнет. скв.

Узел сепарации

Добыв. скв.

# Газлифтная сеть



# Объекты поверхностной сети

# Объекты: Источник, Сток



- **Источник** – объект сети, отвечающий за приток флюида в сеть
- **Граничные условия** на Источнике: давление и/или дебит



- **Сток** – объект сети, в который направлен поток флюида
- **Граничные условия** на Стоке: давление и/или дебит

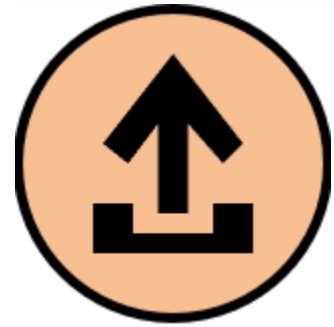
**Source**

Источник	
Тип данных	Стандартный
Имя	Source
Статус	Активный
Давление, бар	
Тип расхода	Массовый дебит смеси
Значение расхода, кг/сут	339800
Температура, C	30
Объёмный расход (стд.усл.)	
GFR	GOR
Значение, ст.м3/ст.м3	5000
WFR	WCUT
Значение, ст.м3/ст.м3	0.5

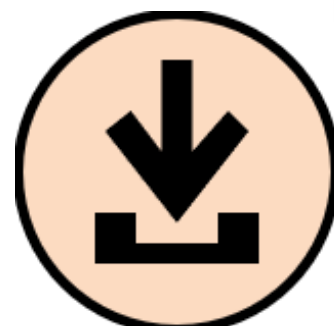
**Gas\_Sale**

Сток	
Тип данных	Стандартный
Имя	Gas_Sale
Статус	Активный
Давление, бар	15
Температура флюида, C	
Тип расхода	Дебит жидкости!
Значение расхода, ст.м...	

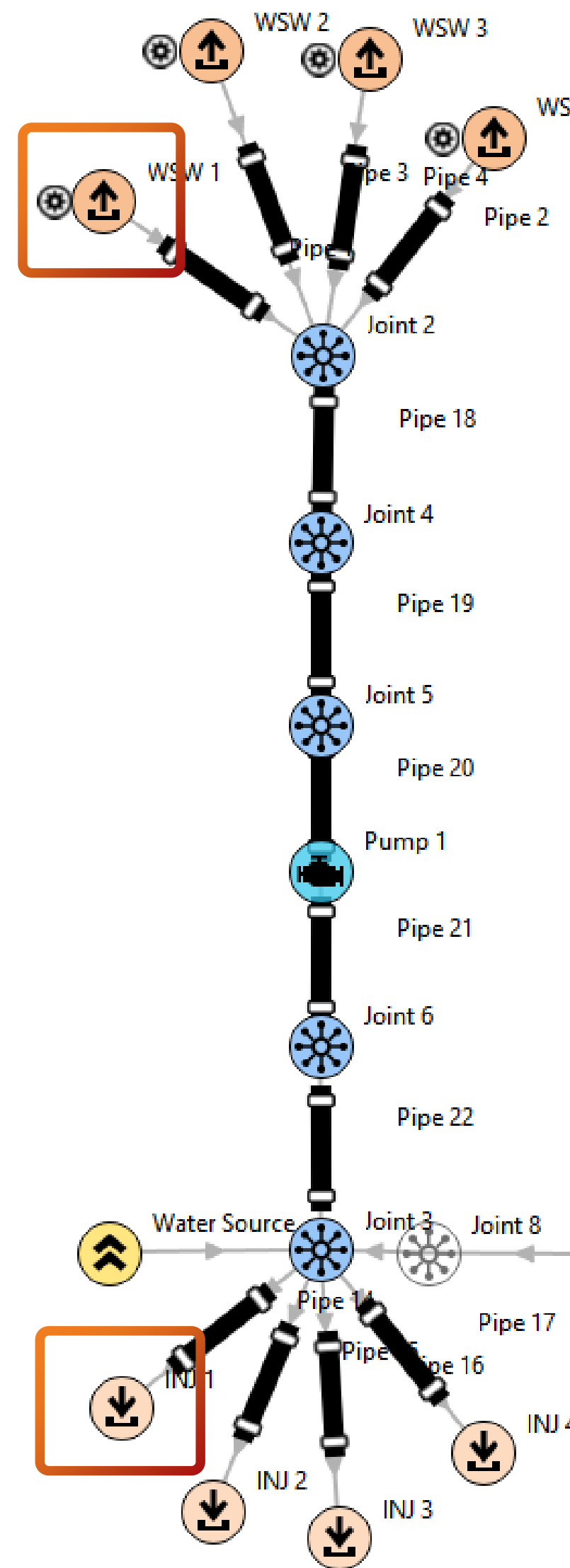
# Объекты: Скважина, Нагнетательная скважина



- **Скважина** – частный случай объекта **Источник**. На скважине вычисляются потери давления с учетом заданной конструкции и скважинного оборудования
- **Режимы работы:** **Симулятор** и **Только сеть**



- **Нагнетательная скважина** – объект сети, используемый для моделирования процесса нагнетания флюида
- **Режимы работы:** **Симулятор** и **Только сеть**



WSW 1

Скважина	
Имя	WSW 1
Статус	Активный
Частота ЭЦН, Гц	50
Кэф. эксплуатации скважины	1
Тип диаметра устья	Значение из проекта скважины
Диаметр устья, м	0.0759
Тип контроля по фазе	Жидкость
Макс. скорость, м/сек	
Мин. заб. давл., бар	
Макс. депрессия, бар	
Учитывать системные ограничения	<input type="checkbox"/>
Режим объекта	Симулятор
VFP	WSW 1: VFP 1

Режим Симулятора: используется интеграция с Симулятором с помощью ключевого слова **IMPORT\_PROJECT**

INJ 1

Нагнет. скв.	
Имя	INJ 1
Статус	Активный
Кэф. эксплуатации скважины	1
Тип диаметра устья	Значение из проекта скважины
Диаметр устья, м	0.0759
Макс. заб. давл., бар	
Режим объекта	Симулятор
VFP	INJ 1: VFP 1

# Объект: Компрессор



- **Компрессор** – объект сети, предназначенный для создания разности давлений для перемещения флюида в сети сбора
- **Тип данных:** Стандартная характеристика, Расходно-напорная характеристика
- **Тип процесса:** по умолчанию (расчет по закону сохранения энергии) и **изоэнтروпийный**

Compressor

Имя	Compressor
Статус	Активный
Тип данных	Стандартный
Процесс в компрессоре	По умолчанию
Давление на выходе, бар	
Отношение давления	
Перепад давления, бар	13
Мощность компрессора, кВт	
КПД	0.8
Мин. давление на входе, бар	
VFP	VFP не задана

Стандартный Компрессор

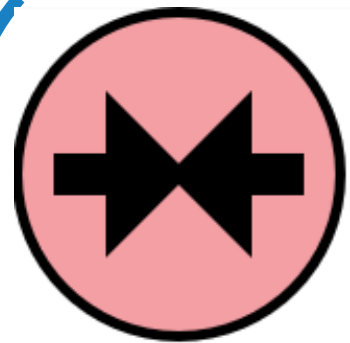
Расходно-напорная характеристика для Compressor

Имя	Пользовательская РНХ	Параметры РНХ, заданные	
		Номинальная ...	Мин. расход
COMP1	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0
COMP2	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0
COMP3	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0
COMP4	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0
COMP5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0
COMP6	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0

Пользовательские параметры РНХ			Расходно-напорные характеристики		
Частота, Гц	Мин. расход, м3/сут	Макс. расход, ...	Подача, м3/сут	Напор, кДж/кг	КПД, доля
61.83	171000	3050000	213402.2	68.093	0.74292
75.08	210000	3300000	228340.3	67.834	0.75487
83.917	250000	3600000	244324.8	67.4502	0.76683
92.75	290000	3800000	261427.2	66.8982	0.77831
			279727.2	66.1196	0.78859
			299308.8	65.0364	0.79668
			320258.4	63.461	0.80005
			342676.8	61.3001	0.7971
			366664.8	58.3582	0.78442
			392330.4	54.3446	0.75614
			419793.6	48.8486	0.70128
			446888.8	43.5899	0.61503
					0.59954

Компрессор с РНХ

# Объект: Штуцер



- Штуцер – объект сети, ограничивающий течение в трубе за счет локального уменьшения площади поперечного сечения
- Исходные параметры для расчета  $\Delta P$ : дебиты фаз, давление после штуцера, диаметр трубы, входящей в штуцер и диаметр штуцера
- Тип контроля штуцера: диаметр штуцера, раскрытие штуцера, перепад давления

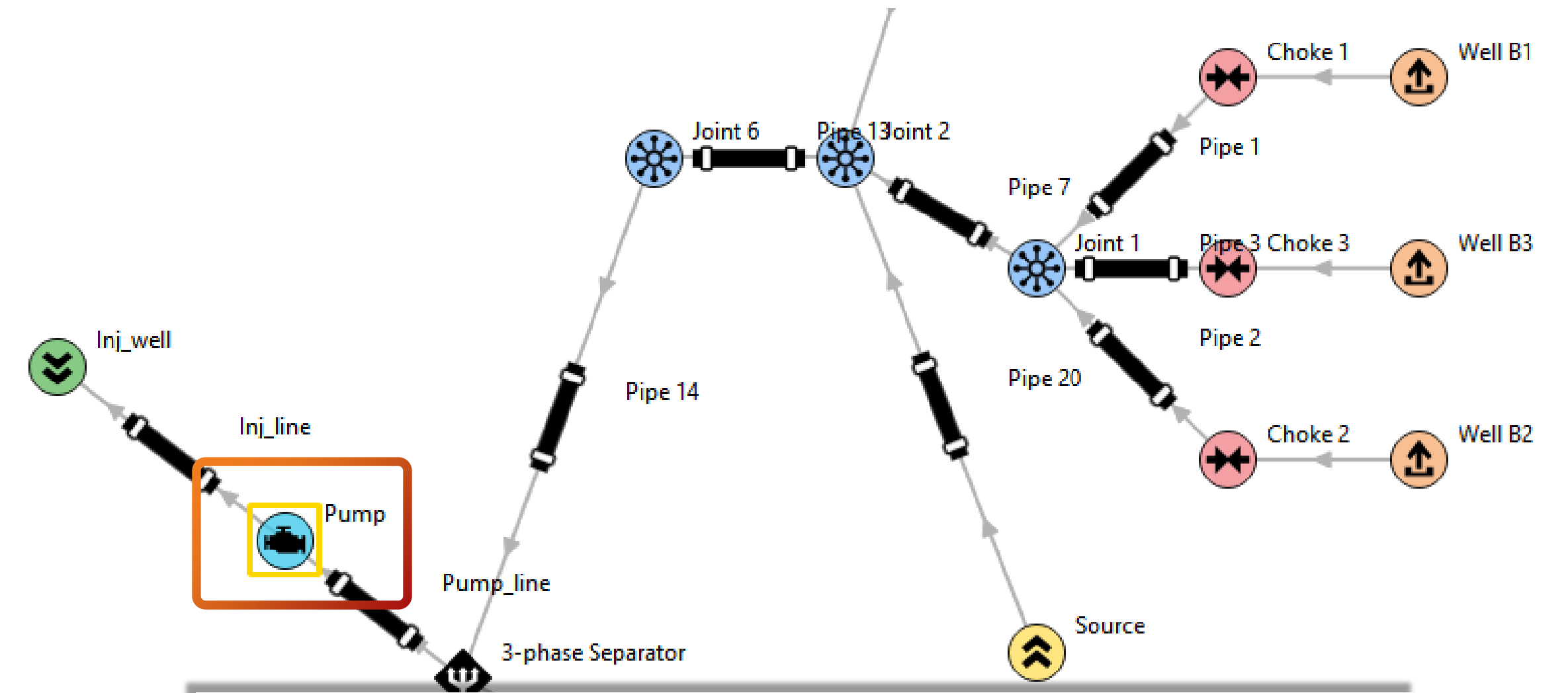


Штуцер	
Имя	Choke 1
Статус	Активный
Тип контроля штуцера	Диаметр штуцера
Контролируемый параметр, м	0.05
Внутренний диаметр трубы, м	0.2
Корреляция критич. потока	Механистическая
Корреляция докритич. потока	Механистическая
Критич. отношение давлений	
Кэфф. потерь давления	0.8
Кэфф. потерь газа	
Кэфф. потерь жидкости	
Показатель адиабаты флюида	
VFP	VFP не задана

# Объект: Насос



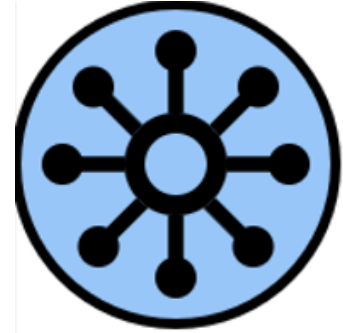
- **Насос** – объект сети, создающий перепад давления, необходимый для перемещения жидкости
- **Исходные параметры для расчета  $\Delta P$ :**  
давление на входе в насос, дебиты фаз, КПД, мощность насоса (или перепад давлений, или отношения давлений)



Pump	
▼ Насос	
Имя	Pump
Статус	Активный
Давление на выходе, бар	
Отношение давления	
Перепад давления, бар	100
Мощность насоса, кВт	
КПД	0.8
Мин. давление на входе, бар	
VFP	VFP не задана



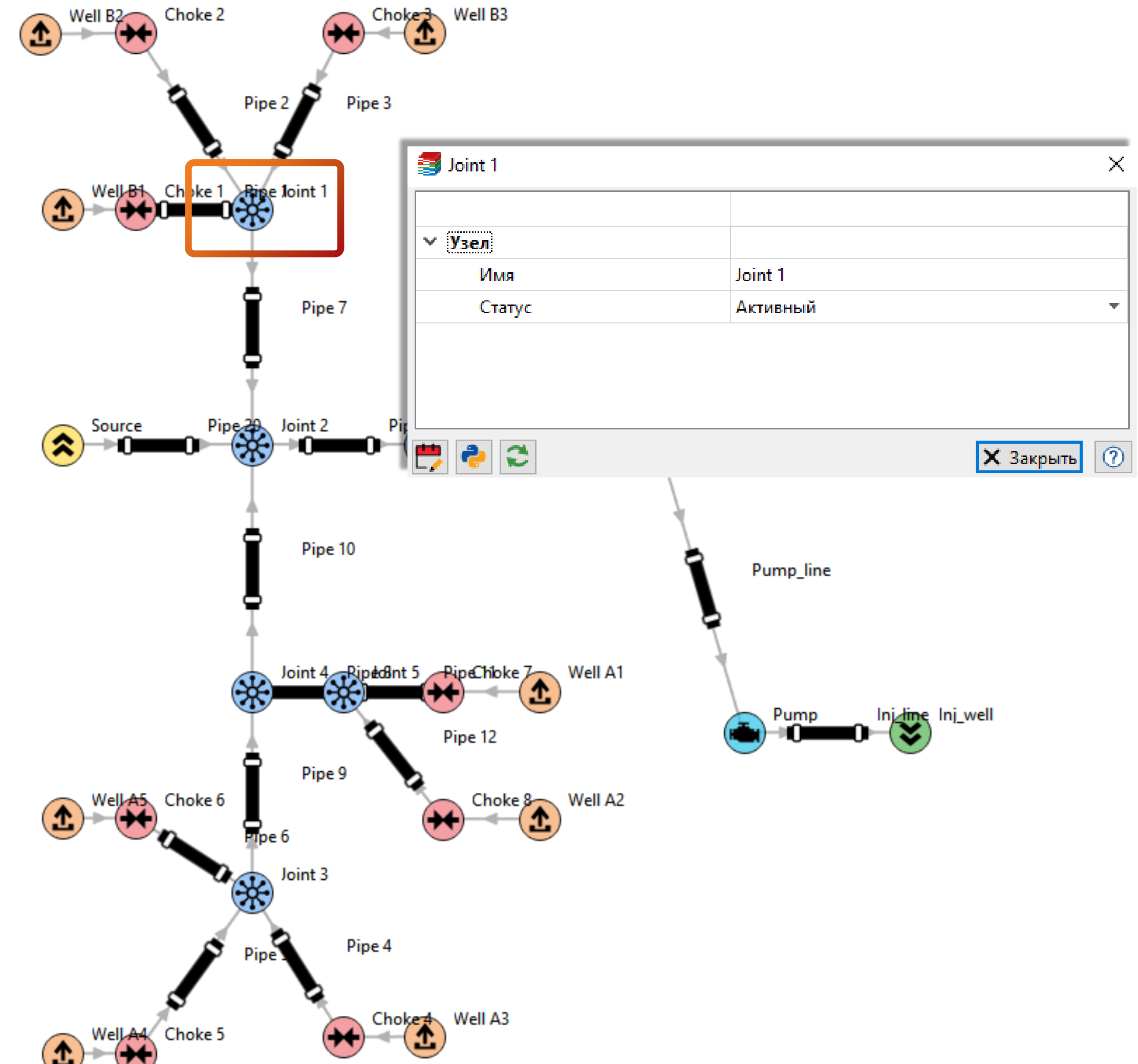
# Объекты: Узел, Линк



- **Узел** – объект сети, предназначенный для перераспределения потоков флюида
- **Потери давления на узле** считаются нулевыми, перераспределяются только дебиты



- **Линк** – объект сети, показывающий направление потока, заданное при создании сети (давление и дебит постоянны)
- **Направления** не всегда совпадают с реальным направлением течения (расчет). В этом случае значения дебитов на этих участках будут отрицательными



# Объекты: 2-фазный, 3-фазный, Линейный сепараторы



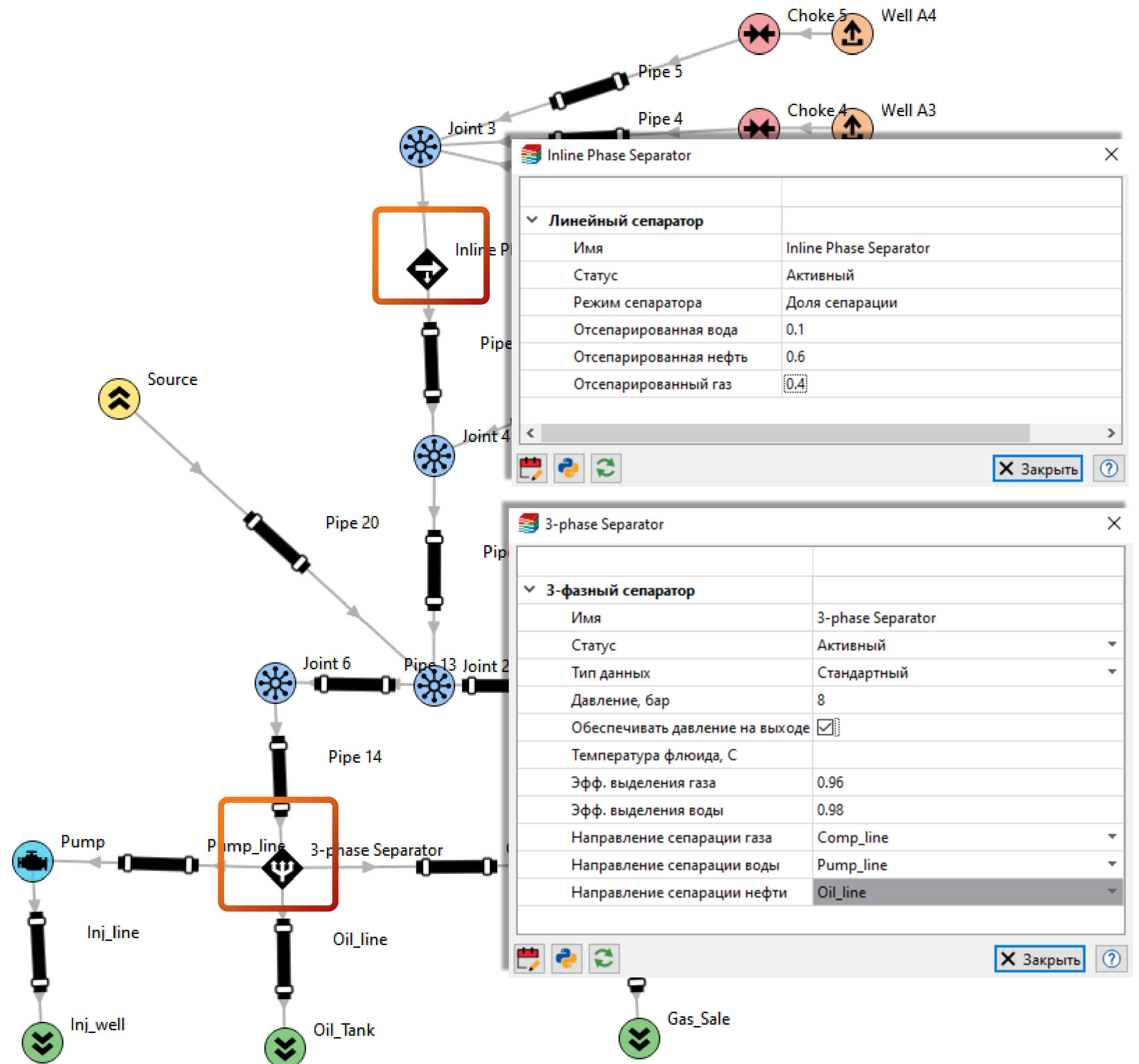
- **2(3)-фазный сепаратор** – объект сети, используемый для разделения входящего флюида на две (три) фазы



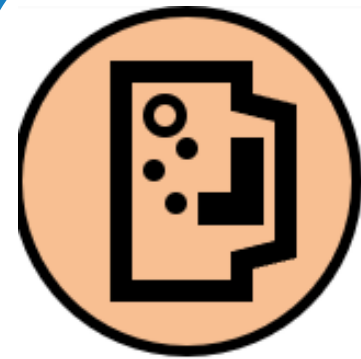
- **Тип данных: стандартный и расширенный** (возможно задание распределения долей фаз по веткам сети, по которым происходит сепарация)



- **Линейный сепаратор** – объект сети, используемый для высокоэффективной сепарации с низким перепадом давления, и позволяющий газу проходить в сеть без необходимости явного создания стока



# Объект: Газлифт скважины



- Газлифт скважины – объект сети, моделирующий процесс газлифтной добычи: добыча флюида за счет нагнетания газа высокого давления
- Тип расхода: **постоянный** (неизменное количество нагнетаемого газа) и **оптимальный** (определяется оптимальное количество нагнетаемого газа для получения максимальной добычи)

The screenshot displays a software interface for well network management. At the top, a 'Секторная диаграмма' (Sector Diagram) shows a network with 'Source 1' (5.00 бар), 'Well Gas Lift 1' (5.00 бар), 'Well 1' (3.69 бар, 699.05 ст.м3/сут), and 'Sink 1' (1.01 бар, 699.05 ст.м3/сут) connected by 'Pipe 1'. A detailed view of 'Well Gas Lift 1' shows its status as 'Активный' and 'Оптимальный' (highlighted in orange), with a maximum possible gas lift rate of 10000 ст.м3/сут.

Below the diagram, a 'Графики' (Charts) window shows a line graph of gas lift rate over time. The data points are:

Дата	Объемный расход (ст.м3/сут)
08.02.2022	10
08.03.2022	50
08.04.2022	100
08.05.2022	82.69543

The 'Редактор событий' (Event Editor) window shows a table of gas lift well configurations:

№	Объект	Вр. шаг	Статус	Тип расхода	Постоянный р...	Макс. возможн. й дебит газлифта,
1	Well Gas Lift 1	08.02.2022	Активный	Оптимальный	20000	10000
2	Well Gas Lift 1	08.04.2022	Активный	Оптимальный		100000
3	Well Gas Lift 1	08.03.2022	Активный	Оптимальный		50000
4	Well Gas Lift 1	08.05.2022	Активный	Оптимальный		300000

An orange arrow points from the '82.69543' value in the graph to the '300000' value in the table. A green callout box at the bottom states: 'Для первых шагов оптимальное значение совпадает с максимальным, а на последнем шаге рассчитывается оптимальное значение объема газа газлифта'.

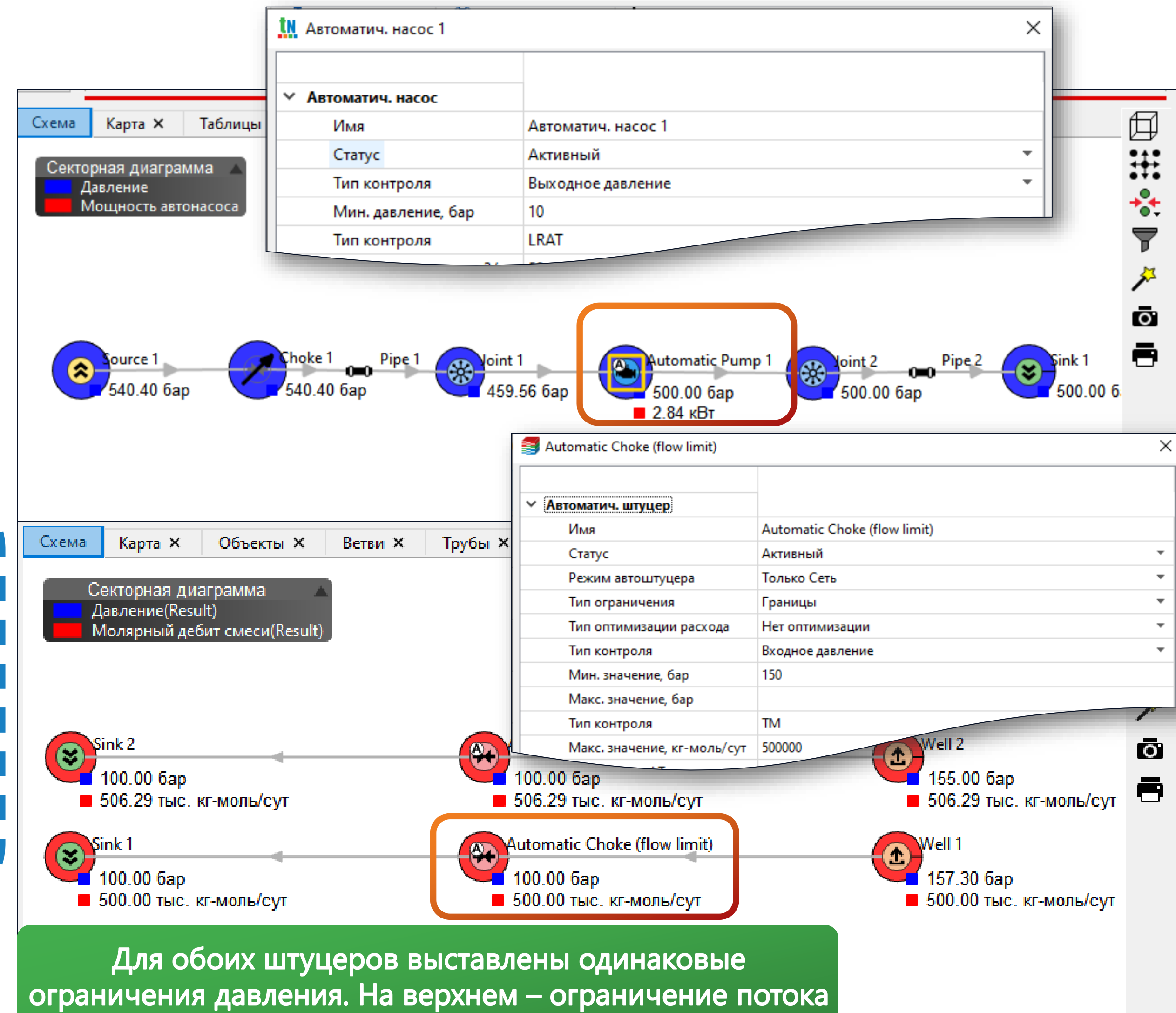
# Объекты: Автоматический штуцер, Автоматический насос



- **Автоматический штуцер** – объект сети, используемый для обеспечения контроля по давлению на входе/выходе из объекта
- Могут быть указаны **максимумы** и **минимумы** контроля или **целевое значение**



- **Автоматический насос** – объект сети, используемый для задания ограничения (снизу) по давлению и дебиту воды, газа, нефти, жидкости и молярному дебиту
- **Максимизация** значения выбранного параметра контроля



Для обоих штуцеров выставлены одинаковые ограничения давления. На верхнем – ограничение потока отсутствует, на нижнем – выставлено ограничение по молярному дебиту (TM) в 500000 кг-моль/сут

# Объекты: Ограничение, Мастер Ограничение



● **Ограничение** – объект сети, позволяющий задать ограничение по дебитам фаз для скважин и групп скважин для поддержания давления в регионах



● **Мастер-Ограничение** контролирует сумму со всех подчиненных Ограничений

**Функция:** задание ограничений на дебит воды, газа, нефти, жидкости и молярный дебит  
 Могут быть указаны **максимум** и **минимум** контроля или **целевое значение**

The screenshot displays a network diagram with several constraint objects. A legend indicates:
 

- Blue square: Давление (Pressure)
- Red square: Объемный дебит газа в std. усл. (Gas volumetric flow rate in standard conditions)

 The diagram shows nodes like PB1, PB2, Pipe 1, Pipe 2, Joint 1, and Sink 1, each associated with specific pressure and flow rate values. Three constraint objects are highlighted with orange boxes: Constraints 2, Constraints 1, and Constraints 3.
   
 Two configuration windows are shown:
 

- Master Constraints 1:**

Имя	Master Constraints 1
Связанные Ограничения	Этот объект является Мастером
Тип контроля	GRAT
Тип ограничения	Границы
Тип оптимизации	Нет оптимизации
Мин. значение, тыс. ст. фут3/сут	
Макс. значение, тыс. ст. фут3/сут	25000
Поддержка давления в регионах	Не использовать
Закачиваемый флюид	Приёмистость воды (ст. усл.)
Семейство отчётных регионов	NUM
Номер региона	1
Целевое давление, фунт-сила/кв. дюйм	1450.377377
Коэффициент пропорциональности, ст...	0.433667
Константа полного времени, сут.	1
- Constraints 1:**

Имя	Constraints 1
Статус	Активный
Связанные Ограничения	Изменить Связанные Ограничения (Нет масте...
Тип контроля	GRAT
Тип ограничения	Границы
Тип оптимизации	Нет оптимизации
Мин. значение, тыс. ст. фут3/сут	
Макс. значение, тыс. ст. фут3/сут	50000
Поддержка давления в регионах	Не использовать
Закачиваемый флюид	Приёмист...
Семейство отчётных регионов	

# Решение задачи оптимизации

- При использовании объектов **Ограничения**, **Автоматический штуцер** и **Автоматический насос** решается задача оптимизации
- Для всех объектов контроля выбирается максимизация или минимизация дебитов в настройках объектов сети и задаются ограничения для используемого объекта контроля



$$Q_{\min} \leq Q_{\text{phase}} \leq Q_{\max}, P_{\text{in}} \geq P_{\text{out}}$$

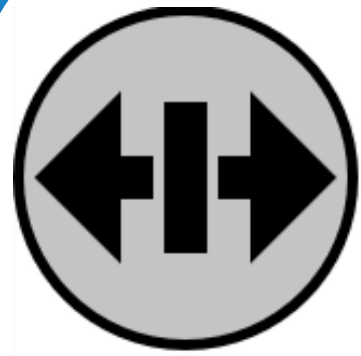


$$P_{\min} \leq P_{\text{in(out)}} \leq P_{\max}, P_{\text{in}} \geq P_{\text{out}}$$

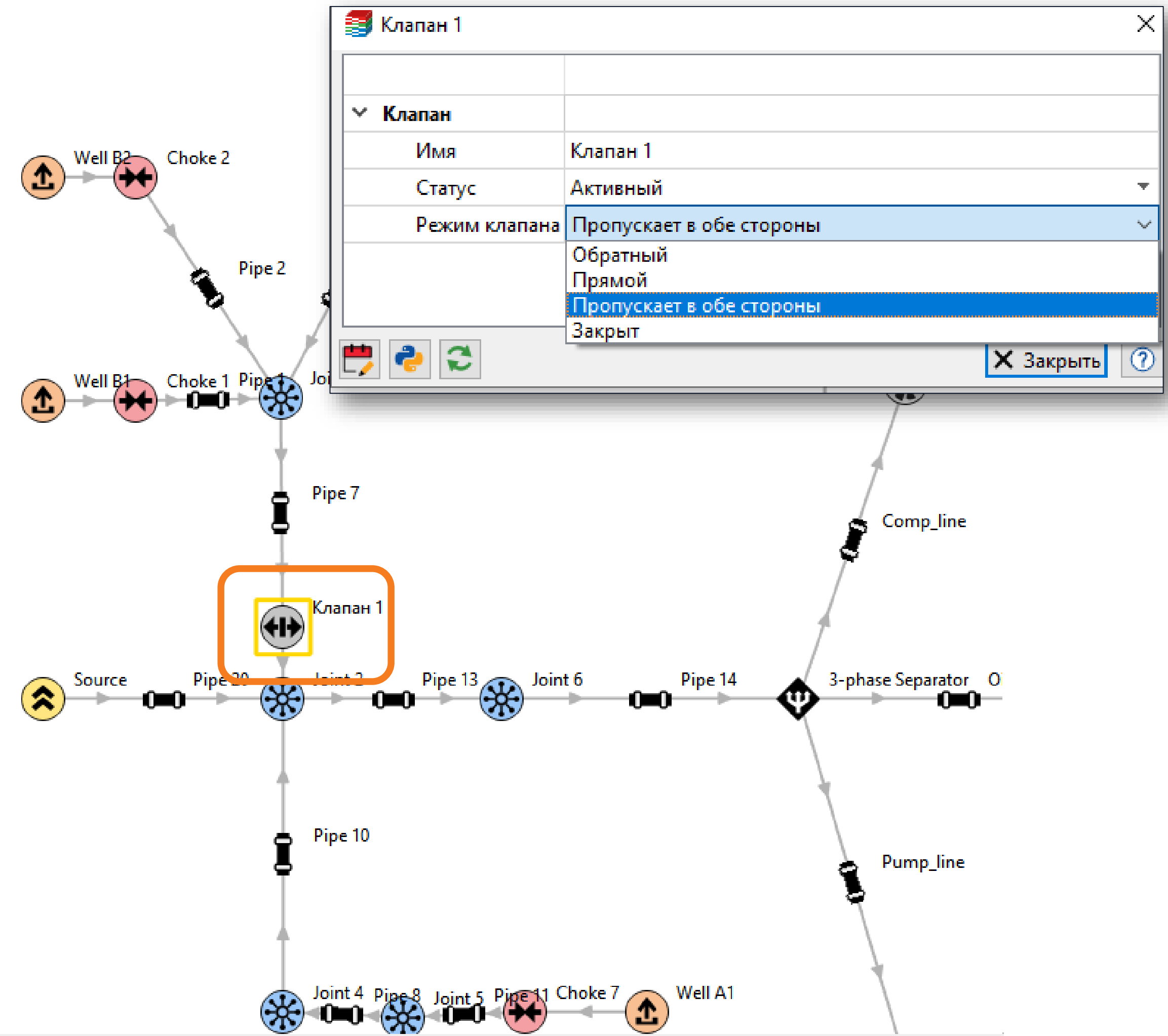


$$P_{\text{in}} \geq P_{\min}, P_{\text{out}} \leq P_{\max}, Q_p \leq Q_{\max}, P_{\text{in}} \geq P_{\text{out}}$$

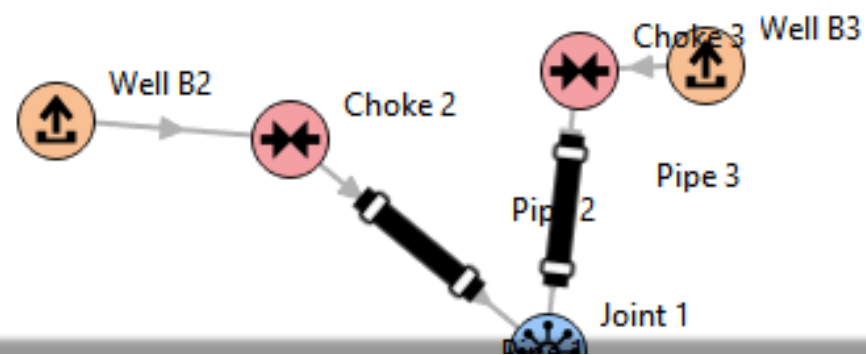
# Объект: Клапан



- **Клапан** – объект сети, предназначенный для автоматического перекрытия трубопровода с возможностью переключения с функции **задвижки** (для полного закрытия внутреннего сечения трубопровода при аварийном повышении или понижении давления) на функцию **обратного клапана** (для предотвращения/разрешения обратного потока флюида)



# Объект: Труба



**Pipe 3**

Имя	Pipe 3
Статус	Активный
Шероховатость, м	2e-05
Внутренний диаметр, м	0.2
Теплопроводность, Вт/м/К	40
Толщина стенки, м	0.015
Глубина укладки трубы, м	0
Тип корреляции	Корр. Beggs-Brill
Кoeff. коррекции гидростатики	1
Кoeff. коррекции трения	1
Исп. инерционную составляющую	<input type="checkbox"/>
Метод укладки трубы	Kreith, exp. arc
Макс. скорость, м/сек	
Контроль скорости	<input checked="" type="checkbox"/>
Настройка окружения	На суше
VFP	VFP не задана

**Геометрия трубы**

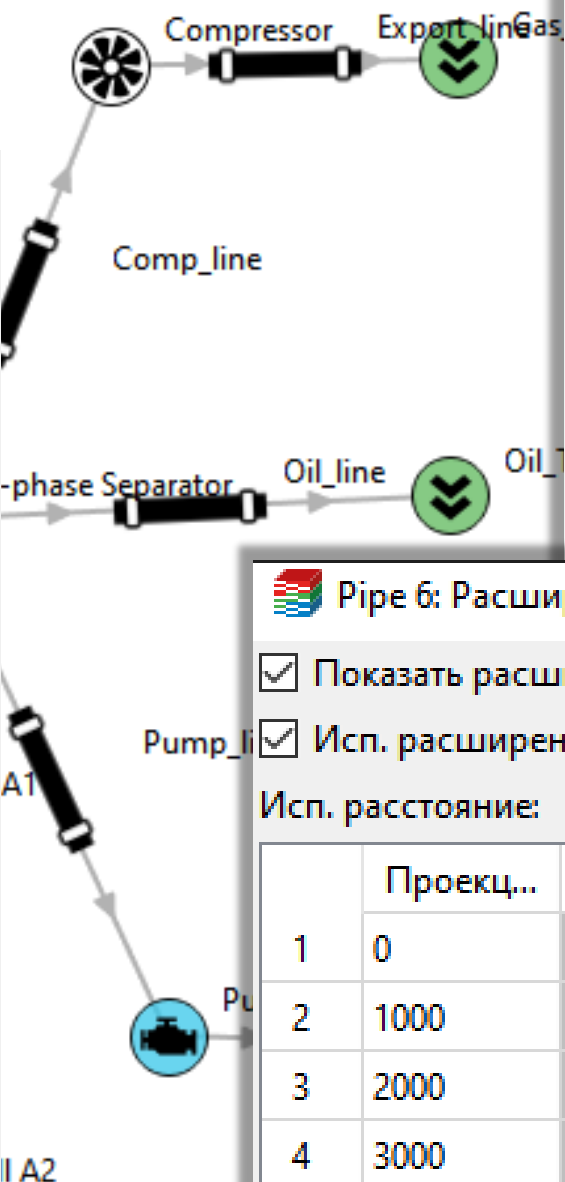
Расширенный режим: Редактировать геометрию

**Внешняя температура трубы**

Расширенный режим: Редактировать температуру

**Теплоизоляция труб**

Расширенный режим: Редактировать теплоизоляцию



**Труба 1: Теплоизоляция труб**

	Теплопроводн...	Толщина слоя...	Описание
1	10	0.04	test1
2	5	0.02	test2
3	3	0.03	test3

Пишите или ...

**Pipe 6: Расширенная геометрия**

Показать расширенную температуру

Исп. расширенное задание глубины укладки трубы

Исп. расстояние:  Измеренный  Горизонтальный

	Проекц...	MD, м	Высотная отметк...	Глубина укладки тру..
1	0	0	1	0
2	1000	1000.000125	0.5	0.1
3	2000	2000.000125	0.5	0.2
4	3000	3000.002125	-1.5	0.2
5	4000	4000.00237	-0.8	0.3
6	5000	5000.002415	-0.5	0.35
7	6000	6000.00246	-0.2	0.4
8	7000	7000.00296	0.8	0.45
9	8000	8000.00328	0	0.6
10	9000	9000.00328	0	0.7

Пишите ...



# Расчет падения давления в трубопроводе

Типы корреляций:

- Beggs-Brill
- Beggs-Brill revised
- Hagedorn-Brown
- Petalas - Aziz
- Orkiszewski
- Gray
- Aziz-Govier-Fogarasi
- Mukherjee-Brill

Труба 14	
Имя	Труба 14
Статус	Активный
Шероховатость, м	2e-05
Внутренний диаметр, м	0.4
Теплопроводность, Вт/м/К	40
Толщина стенки, м	0.015
Глубина укладки трубы, м	0
Тип корреляции	Корр. Beggs-Brill
Кэфф. коррекции гидростатики	1
Кэфф. коррекции трения	1
Метод укладки трубы	Kreith, exp. arc
Макс. скорость, м/сек	
Настройка окружения	На суше

## Режимы течений



Дисперсный пузырьковый режим



Пузырьковый режим



Слоистый режим



Прерывистый режим



Кольцевой туманный режим

# Объект: Группа элементов

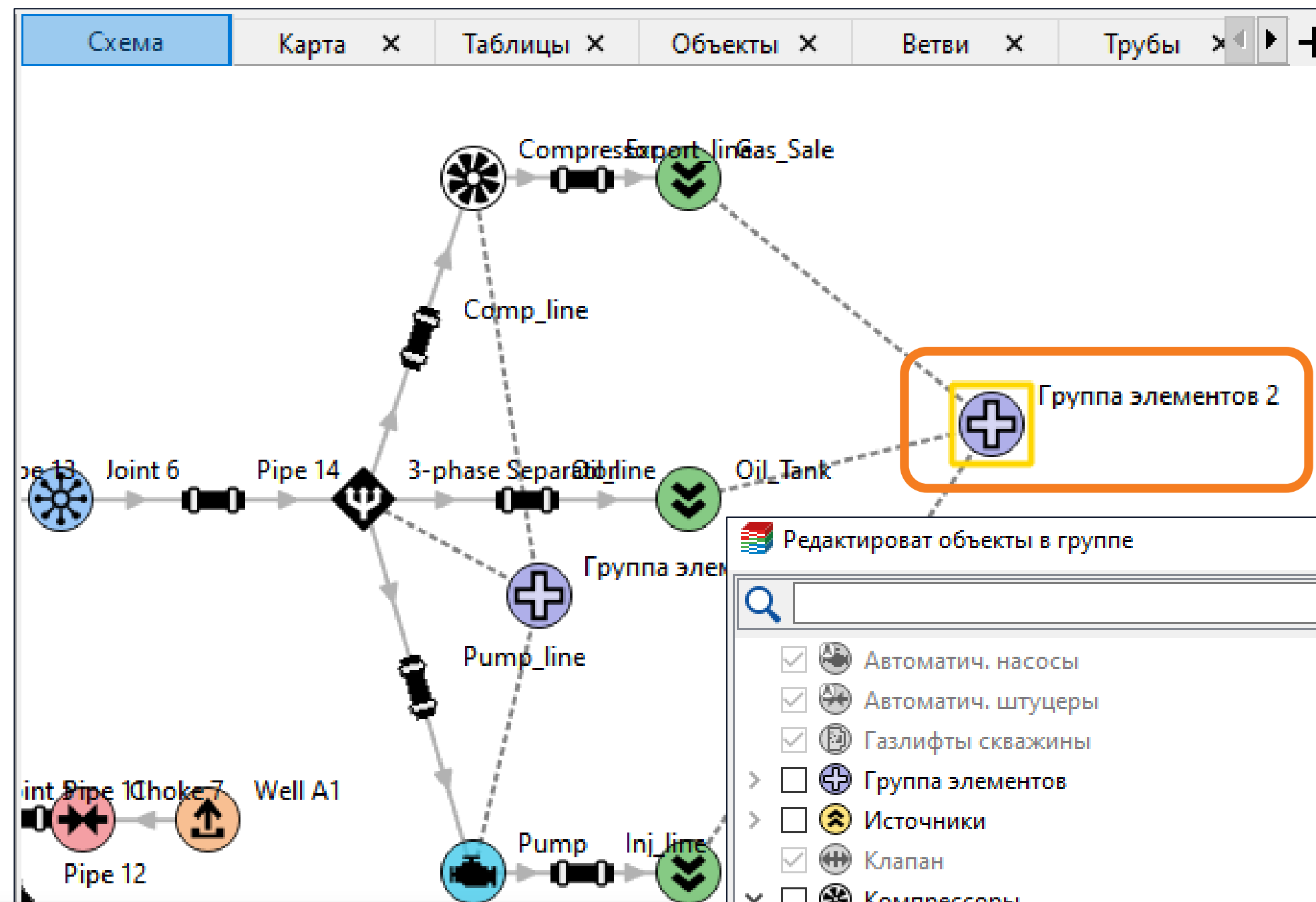


- **Группа элементов** – объект сети, позволяющий сгруппировать выбранные элементы сети

Группа элементов 2

Группа элементов	
Имя	Группа элементов 2
Объекты	<a href="#">Изменить</a>

Закреть ?



Редактировать объекты в группе

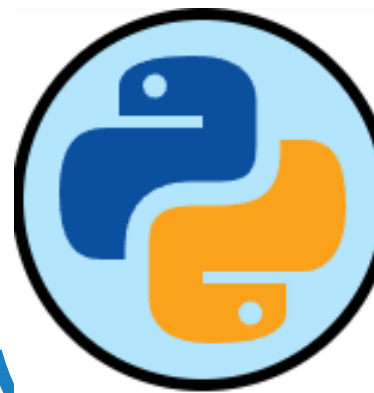
- Автоматич. насосы
- Автоматич. штуцеры
- Газлифты скважины
- Группа элементов
- Источники
- Клапан
- Компрессоры
  - Compressor Группа элементов 1
- Мастер-ограничения
- Нагнет. скв.
- Насосы
- Объект Python
- Ограничения
- Скважины
- Стоки
  - Gas\_Sale Группа элементов 2
  - Inj\_well Группа элементов 2
  - Oil\_Tank Группа элементов 2
- Трубы
- Узлы
- Штуцеры

OK Закреть

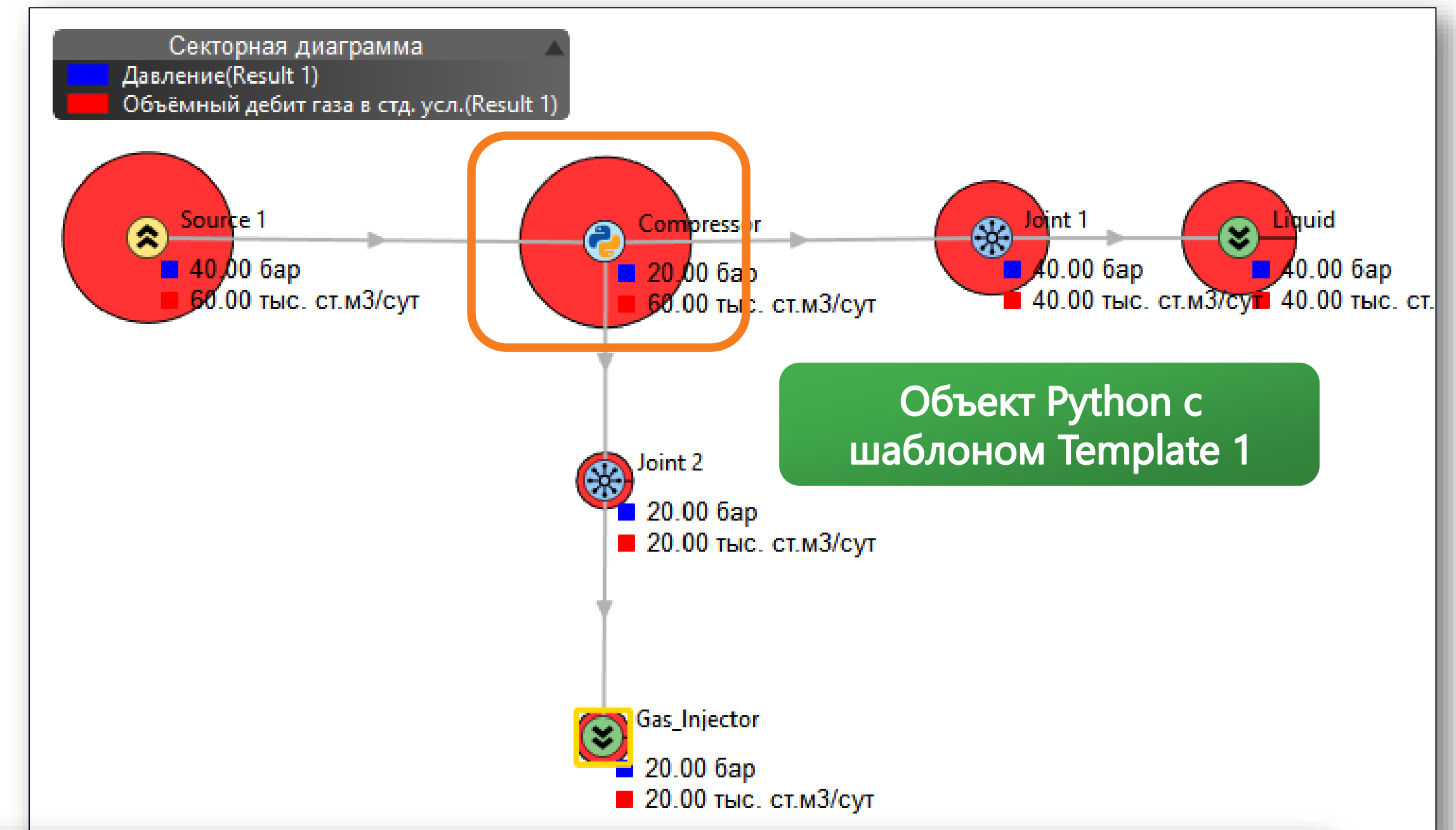
# Объект: Python, Шаблон Python



- **Объект Python** – объект сети, позволяющий создавать программируемые объекты сети и определять их функциональность с помощью языка Python, используя интерфейс прикладного программирования — API



- **Шаблон Python** – объект сети, позволяющий создавать типовые Объекты Python на основе пользовательского кода



Шаблоны Объекта Python

Шаблоны: Template 1

Имя шаблона: Template 1

Переменные	Тип	Значение

Код

```
1 max_gas_to_inject=20000
2
3 free_gas_mass_rate=input.volume_rate(GAS)*input.density(GAS)
4 free_gas_volume_rate=free_gas_mass_rate/input.density_sc(GAS)
5
6 if free_gas_volume_rate<max_gas_to_inject:
7     gas_separation_mass=free_gas_mass_rate
8 else:
9     gas_separation_mass=free_gas_mass_rate*max_gas_to_inject/free_gas_volume_rate
10
11 output['Joint-2'].set_rate(GAS,gas_separation_mass)
12 output['Joint-1'].set_rate(GAS,input.mass_rate_sc(GAS)-gas_separation_mass)
13 ..
14 output['Joint-2'].set_rate(OIL,0)
15 output['Joint-1'].set_rate(OIL,input.mass_rate_sc(OIL))
16
17 output['Joint-2'].set_rate(WAT,0)
18 output['Joint-1'].set_rate(WAT,input.mass_rate_sc(WAT))
19
20 output['Joint-1'].set_pressure(input.pressure())
```

API Помощь

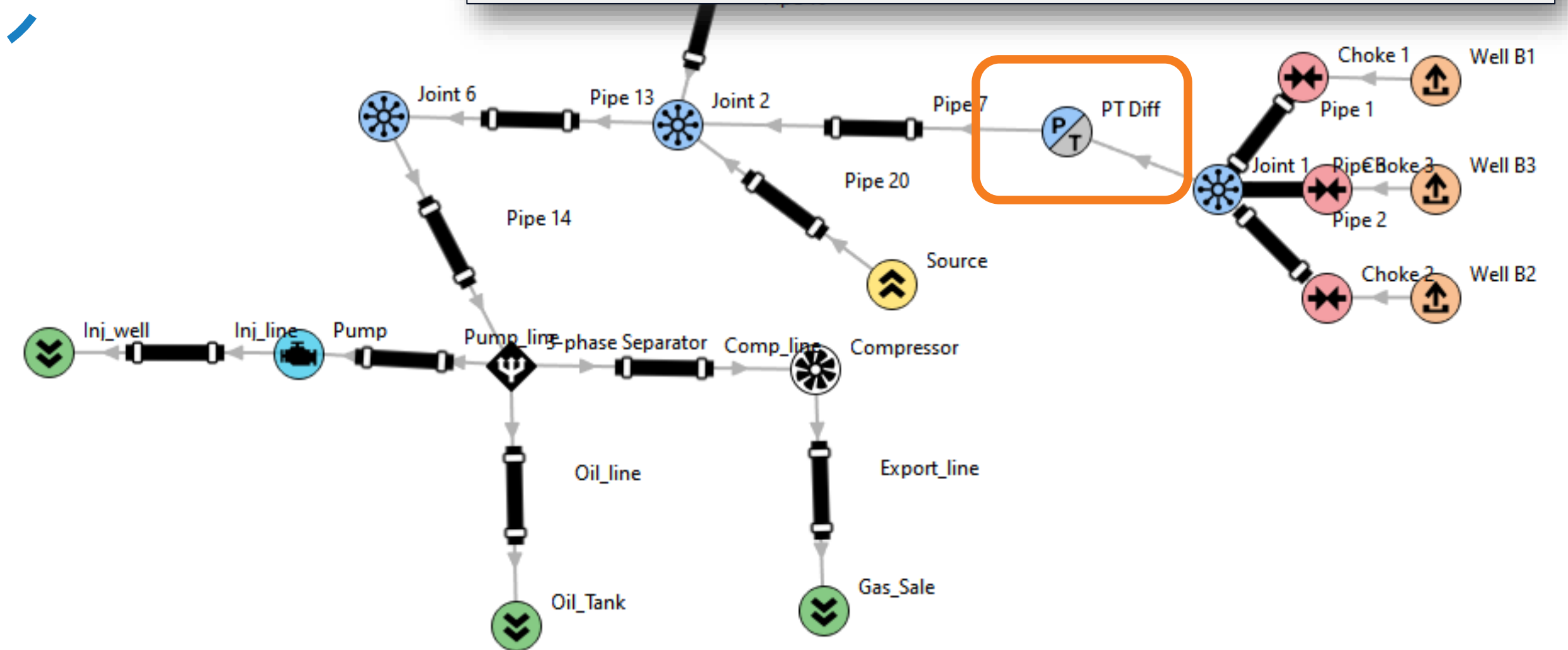
- > Линки
- > Константы
- > Физические величины Getters
- > Физические величины Setters
- > Глобальные настройки

# Объект: Устройство изменения температуры и давления

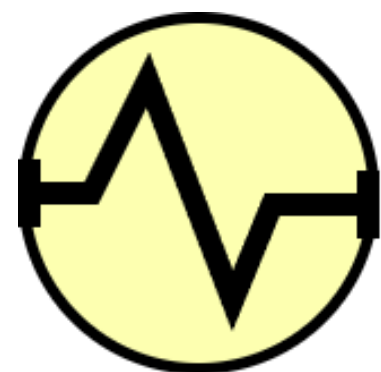


- Устройство изменения температуры и давления – объект сети, позволяющий управлять температурой и давлением проходящего через него потока в точке сети в соответствии с заданными пользователем данными

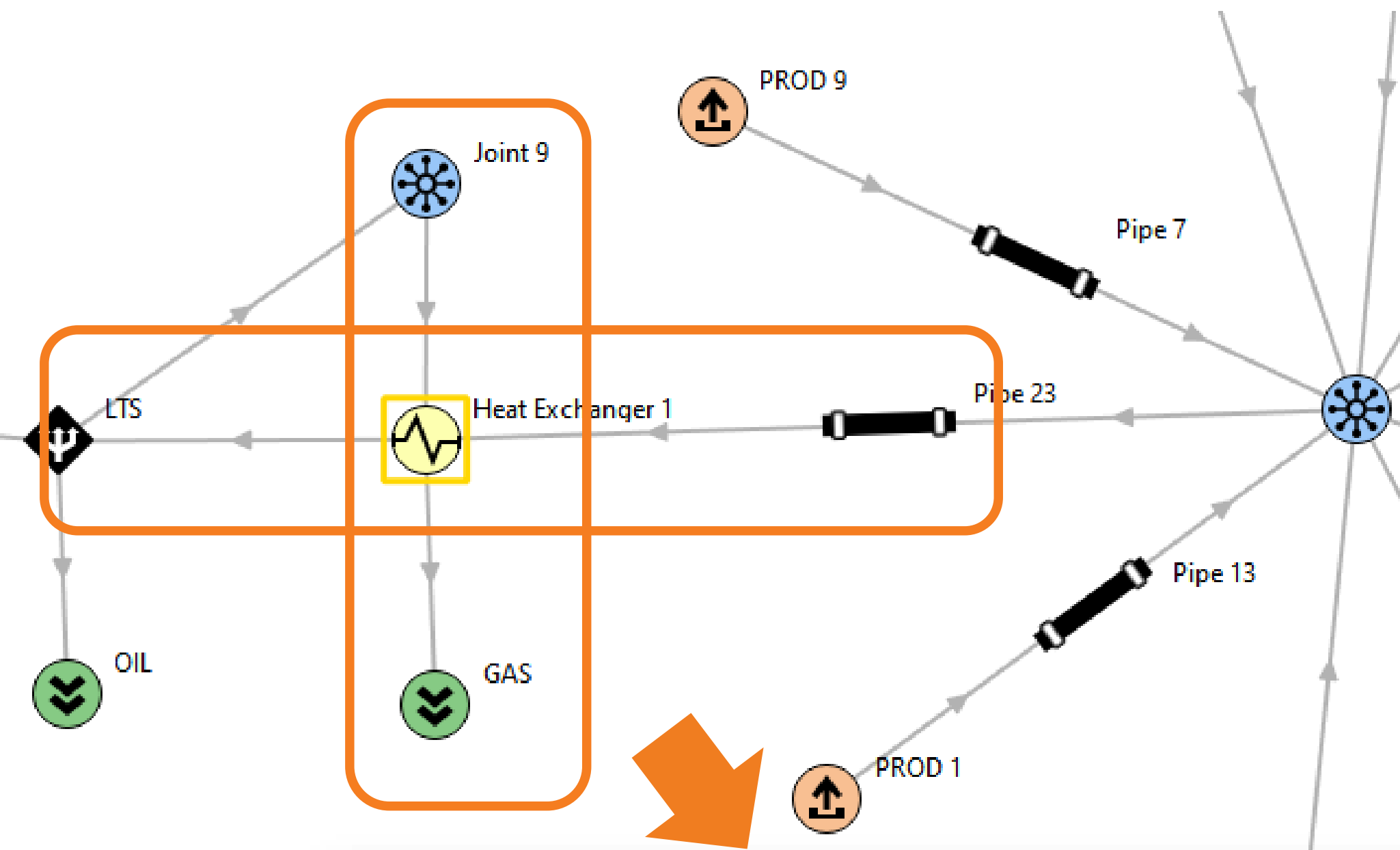
PT Diff	
Устройство изменения температуры и давления	
Имя	PT Diff
Статус	Активный
Процесс	Изоэнтальпийный
Режим изменения давления	Перепад давления
Значение изменения давления, бар	10
Режим изменения температуры	Температура на выходе
Значение изменения температуры, C	5



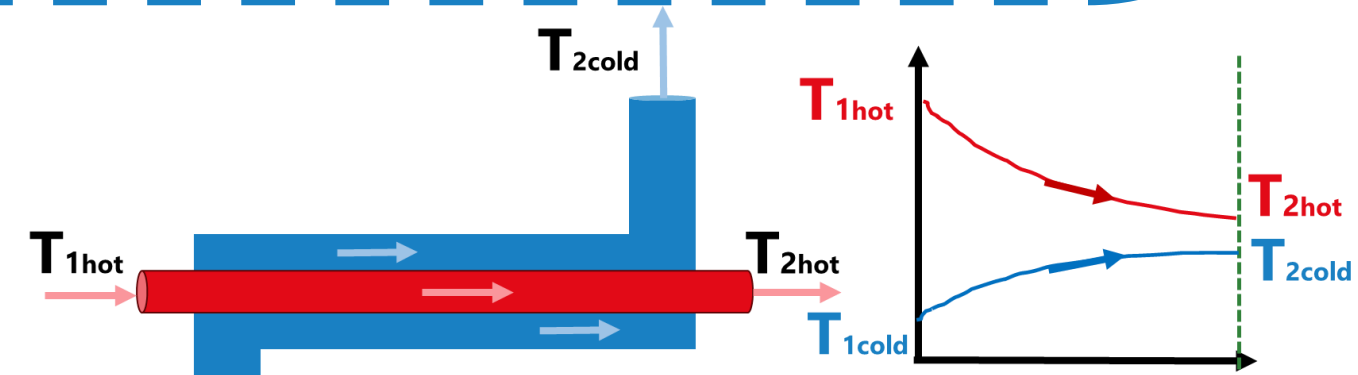
# Объект: Теплообменник



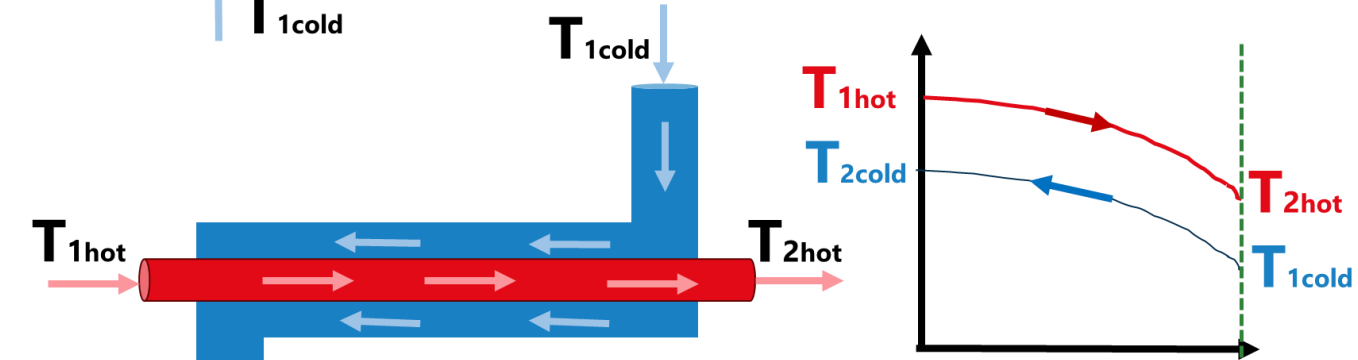
- **Теплообменник** – объект сети, позволяющий передавать тепло между двумя средами, имеющими разные температуры
- В **Теплообменнике** температуры считаются исходя из скоростей и теплоемкостей потоков, а в объекте **Устройство изменения температуры и давления** значения параметров задаются в явном виде



Прямоточный



Противоточный

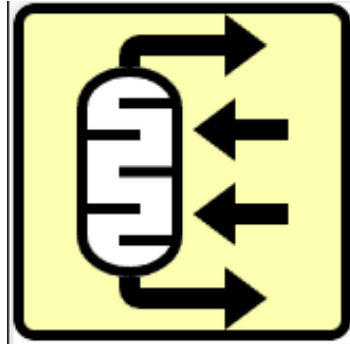


**Heat Exchanger**

<b>Теплообменник</b>	
Имя	Heat Exchanger
Статус	Активный
КПД	1
Контур 1 Вход	Pipe 23
Контур 1 Выход	LTS
Контур 2 Вход	Joint 9
Контур 2 Выход	GAS

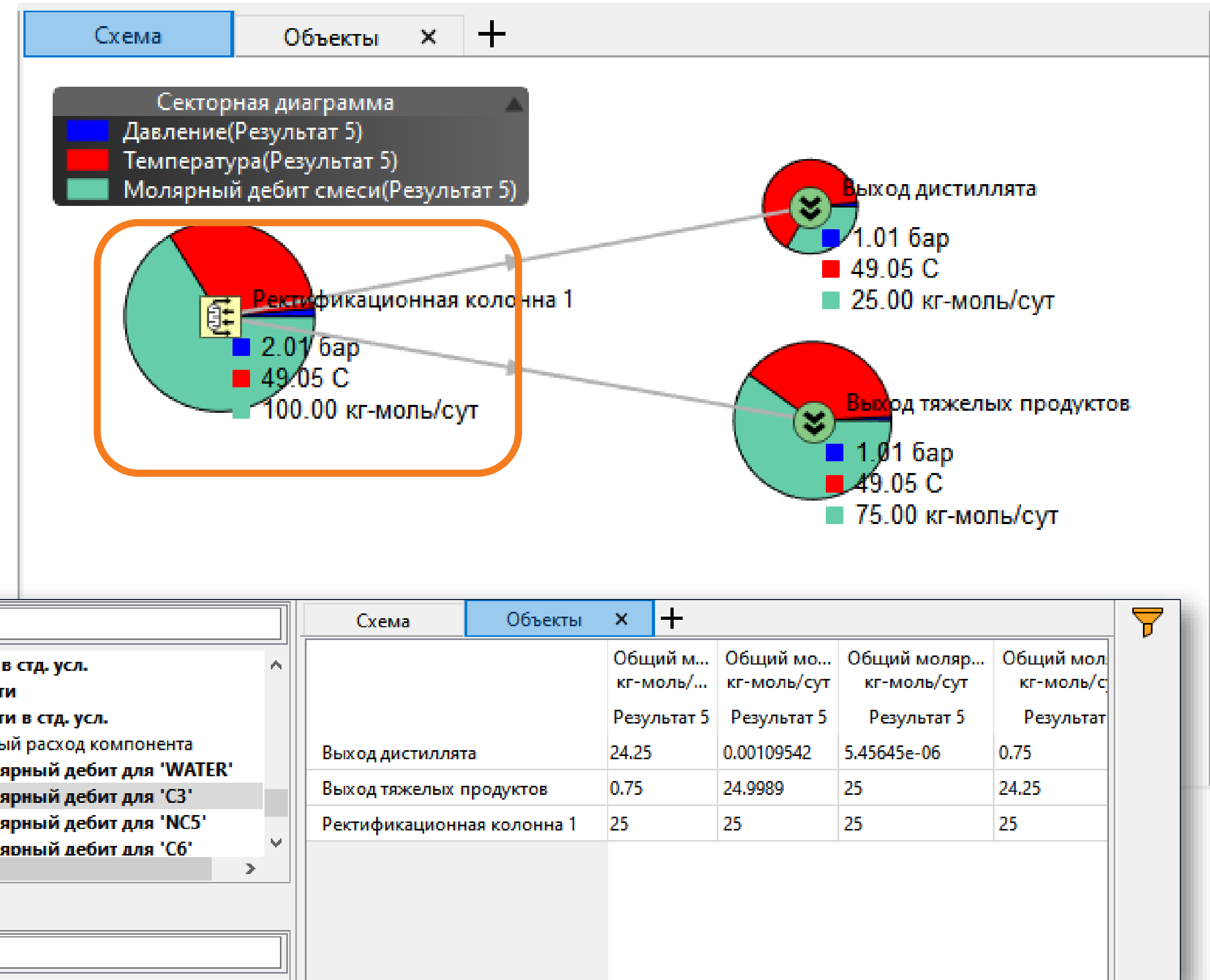
Необходимо задать вход основного потока и хладагента

# Объект: Ректификационная колонна FUG

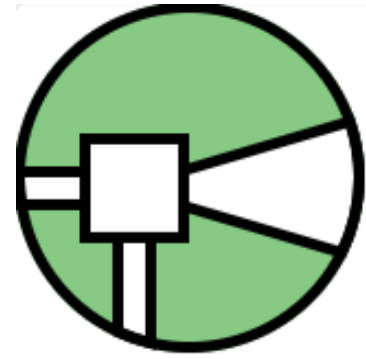


- Ректификационная колонна FUG – объект системы подготовки скважинной продукции, используемый для разделения многокомпонентной смеси на отдельные фракции по температуре кипения**

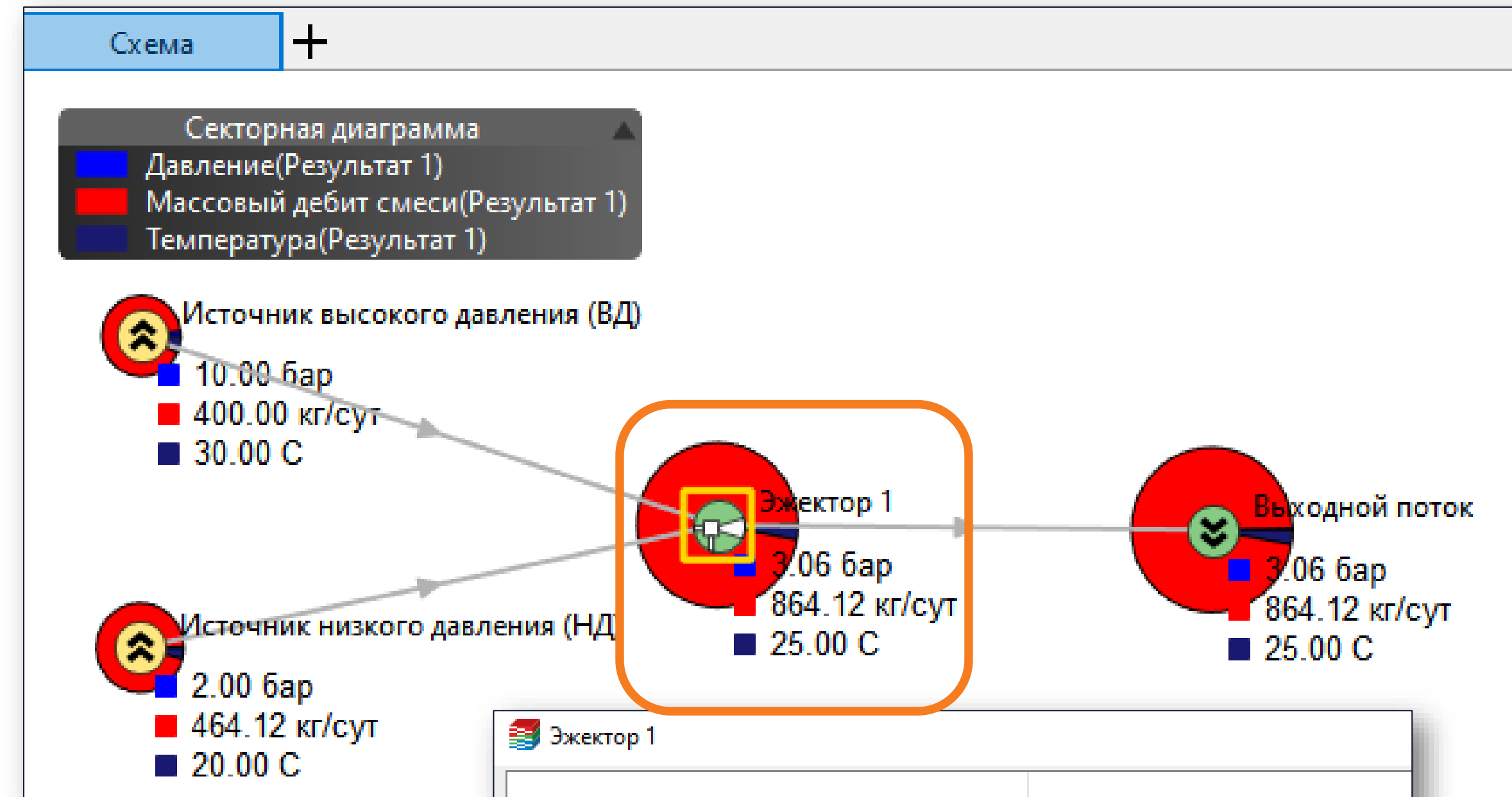
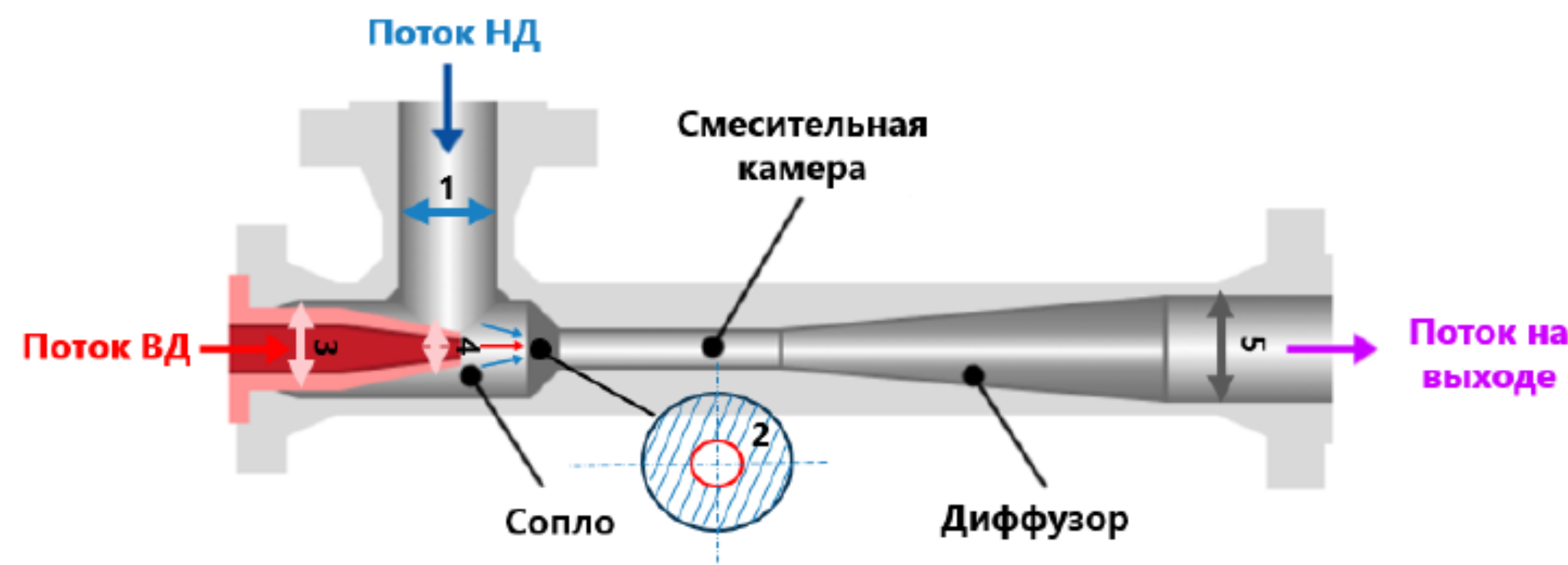
Для оценки параметров ректификационной колонны используются оценочные методы, основанные на уравнениях метода Фенске-Андервуда-Гиллиланда (FUG метода) для нахождения минимального флегмового числа и оптимального количества тарелок в колонне



# Объект: Эжектор

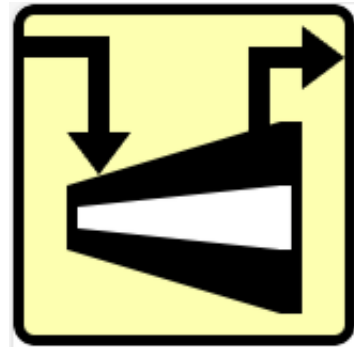


- **Эжектор** – объект сети, используемый для смешения потоков с разными давлениями (высоким и низким), и передачи кинетической энергии от одного потока к другому, обладающему меньшей кинетической энергией
- Условия использования объекта **Эжектор**:  
 композиционная модель флюида и включение опции **Расчет энтальпии по УРС** и опции **Исп. уравнения для температуры**

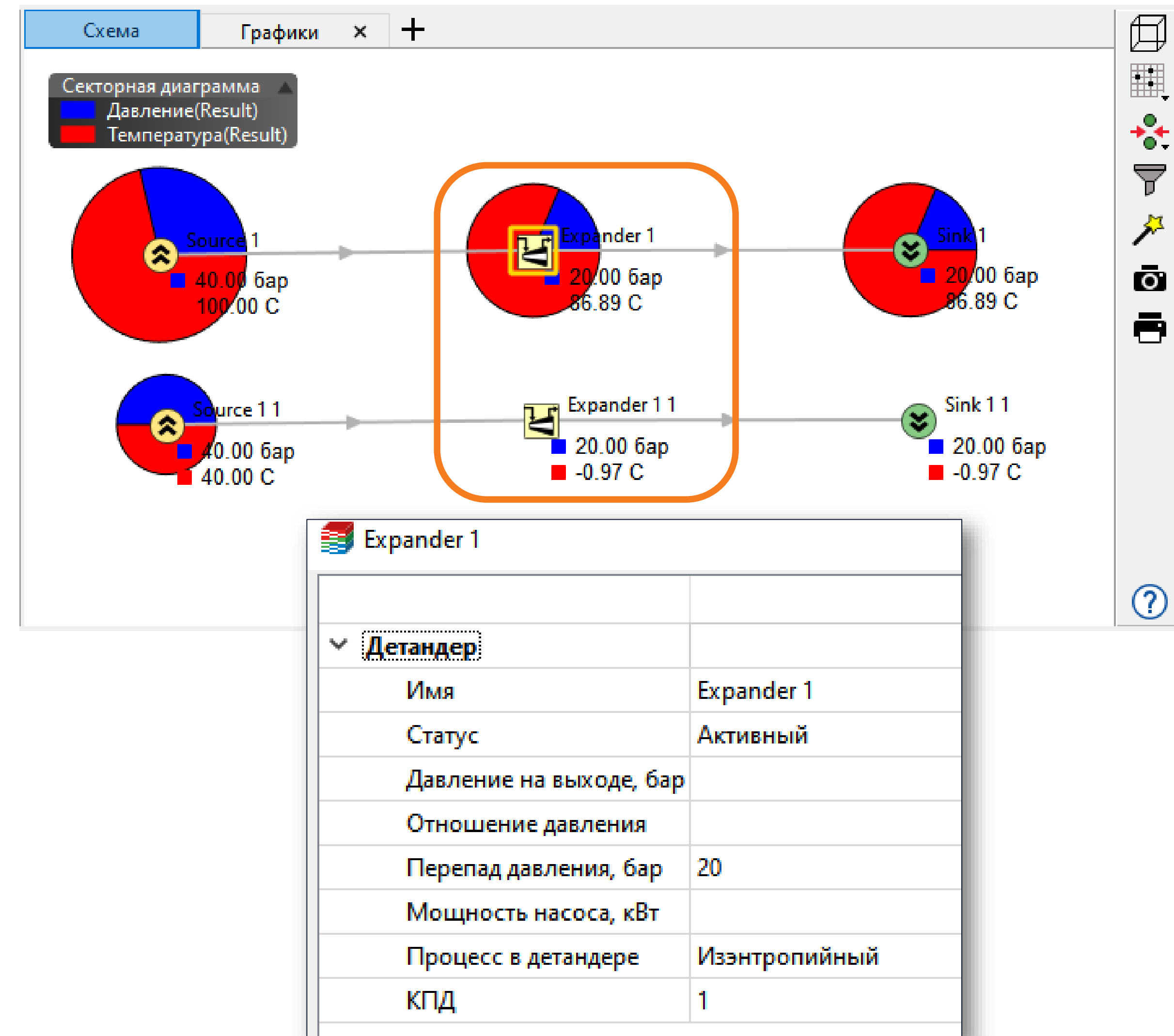


Эжектор 1	
Эжектор	
Имя	Эжектор 1
Статус	Активный
Объект низкого давления (НД) на входе	Источник низкого давления (НД)
Диаметр на входе НД, м	0.1
Выходная площадь сечения НД, м <sup>2</sup>	
Кэфф. потерь давления НД	1
Объект высокого давления (ВД) на входе	Источник высокого давления (ВД)
Диаметр на входе ВД, м	0.05
Диаметр на выходе ВД, м	
Кэфф. потерь давления ВД	1
Объект Диффузор	Выходной поток
Температура диффузора, С	25
Диаметр на выходе из диффузора, м	
Кэфф. потерь давления диффузора	1

# Объект: Детандер



- **Детандер** – объект сети, преобразующий внутреннюю энергию газа в механическую энергию, что приводит к охлаждению газа, за счет его расширения с совершением работы
- **Детандер** используется в моделях сетей с композиционным вариантом модели флюида и описывается **изоэнтروпийным** термодинамическим процессом





# Композиционная модель сети Учет температуры в сети

# Учет температуры в расчете сети

- Расчет свойств флюида в зависимости от температуры (влияние температуры на вязкость флюида)
- Расчет свойств флюида по уравнению состояния (энтальпия и энтропия)

The screenshot displays the TNAVIGATOR software interface with several key components:

- Top Panel:** Includes a menu bar (Проект, Настройки, Файлы, Редактировать, Управление проектами, Помощь), a toolbar with icons for file operations and simulation, and a date field (21.02.2024).
- Left Panel:** A library of components for network modeling, including pumps, valves, and pipes. A green callout box labeled "Композиционный вариант" points to a specific component icon.
- Main Canvas:** Shows a schematic diagram of a network with nodes (Source 1, Compressor 1, Sink 1) and pipes (Pipe 1, Pipe 2). A legend indicates "Секторная диаграмма" with results for pressure and mass flow rate.
- Bottom Left:** A detailed view of a node (Узел 1) showing its properties: viscosity (1.14 cP), temperature (22.30 C), and pressure (18.48 бар). A green callout box labeled "Корреляция Kestin" points to the temperature value.
- Bottom Center:** Another node view showing properties: viscosity (1.14 cP), temperature (22.30 C), and pressure (18.48 бар). A green callout box labeled "Корреляция Grabowski" points to the temperature value.
- Right Panel:** Three stacked "Настройки солвера" (Solver Settings) windows. The top window shows "Расчёт энтальпии по УРС" checked. The middle window shows "Исп. уравнения для температуры" checked. The bottom window shows the "Модель вязкости воды" (Water viscosity model) set to "Kestin".

# Граничные условия на Источнике и Скважине

- Для композиционных моделей на объектах **Источник** и **Скважина** имеется возможность задавать граничные условия в величинах дебитов и соотношений фаз в поверхностных условиях

Source 1

Компоненты	Массовая Концентрация ( $\Sigma=1$ кг/кг)	Молекулярный вес (кг/кг-мо.)
1 C1	0.0086264	16.043
2 C2	0.0161688	30.07
3 C3	0.0237112	44.097

Тип расхода: Массовый расход смеси  
Значение расхода, кг/сут: 10000

**Объёмный расход (ст.усл.)**

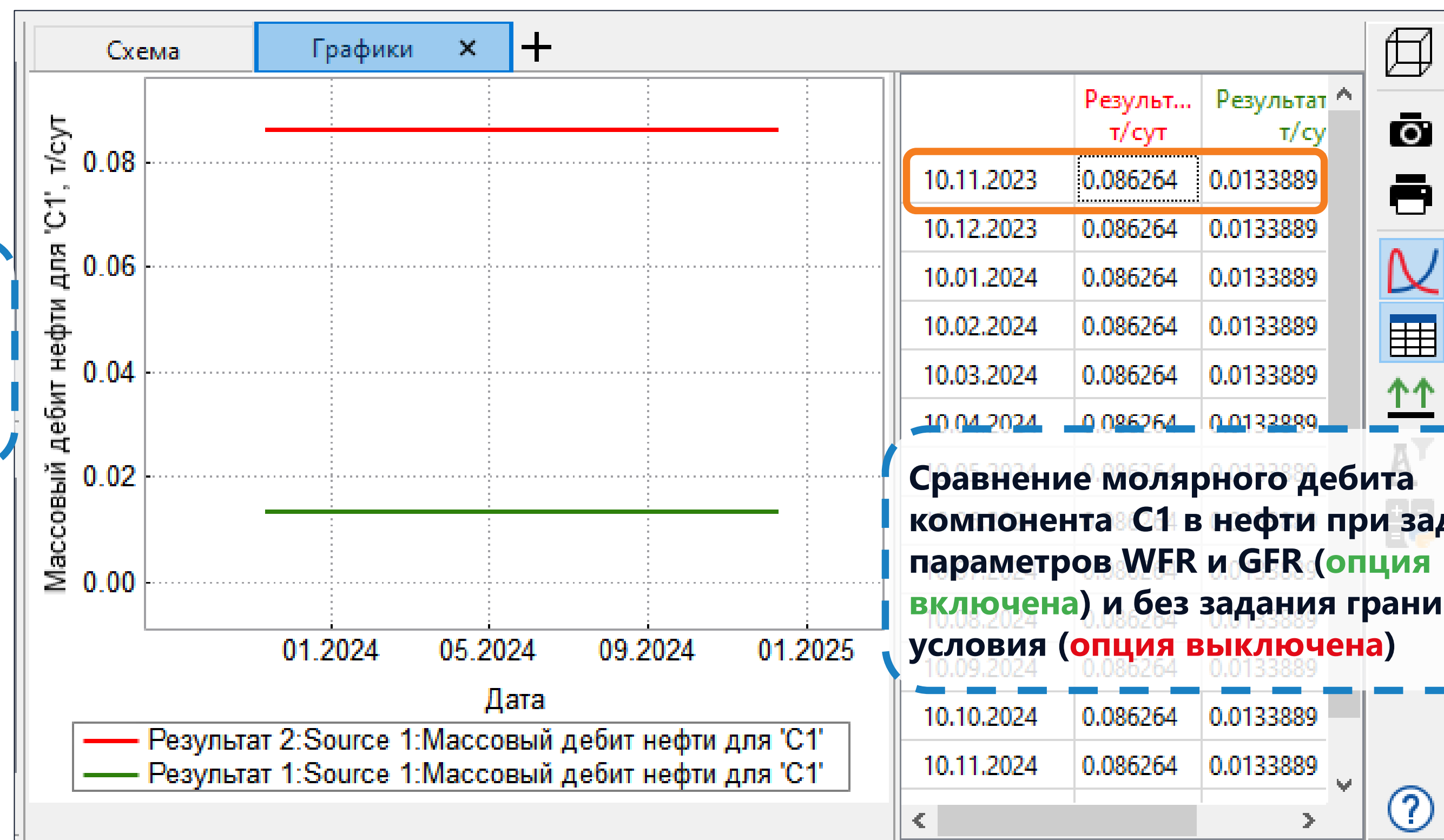
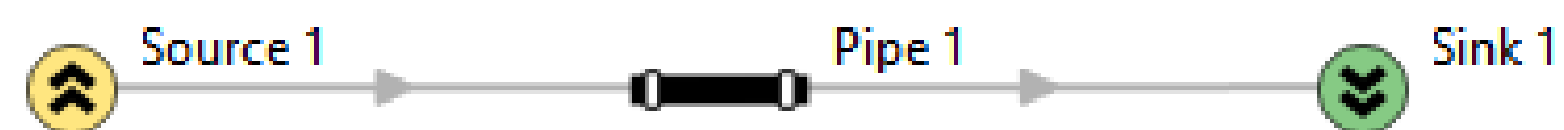
GFR: GOR  
Значение, ст.м3/ст.м3: 15.6  
WFR: WCUT  
Значение, ст.м3/ст.м3: 0.5

Тип расхода: Массовые доли

WATER	0
C1	0.0086264
C2	0.0161688
C3	0.0237112

Происходит подбор состава таким образом, чтобы он соответствовал заданным значениям WFR и GFR на Источнике/Скважине

Копировать  
Вставить  
Нормировать концентрации  
Копировать компонентный состав из Variant 1

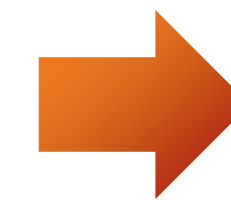


# Учет теплотерь в трубе

- Влияние температуры на вязкость флюида
- Теплообмен между внутренней поверхностью трубы и флюидом:
  - Kreith correlation
  - Sieder and Tate single phase correlation
- Теплообмен между внешней поверхностью трубы и внешней средой.

Влияние глубины закладки трубы (Burial methods):

- Наземная труба
- Полностью уложенная в грунт труба:
  - Метод Oviworie
  - Метод Kreith et al.
- Частично уложенная в грунт труба:
  - Метод Oviworie
  - Метод Kreith exp. arc
  - Метод Kreith exp. surf.
- Моделирование теплоизоляции
- Задание температурных зон и их учета при расчете теплотерь



Pipe 2	
▼ Труба	
Имя	Pipe 2
Статус	Активный
Шероховатость, м	2e-05
Внутренний диаметр, м	0.2
Теплопроводность, Вт/м/К	40
Толщина стенки, м	0.015
Глубина укладки трубы, м	0
Тип корреляции	Корр. Beggs-Brill
Кэфф. коррекции гидростатики	1
Кэфф. коррекции трения	1
Исп. инерционную составляющую	<input type="checkbox"/>
Метод укладки трубы	Kreith, exp. arc
Макс. скорость, м/сек	
Контроль скорости	<input type="checkbox"/>
Настройка окружения	На суше
VFP	VFP не задана
▼ Геометрия трубы	
Расширенный режим	Редактировать геометрию
▼ Внешняя температура трубы	
Расширенный режим	Редактировать температуру
▼ Теплоизоляция труб	
Расширенный режим	Редактировать теплоизоляцию

# Учет температурных регионов

- Расчет труб с учетом температурных регионов
- Задание температурных зон проекта

The screenshot displays the software interface for pipe calculation. On the left, the 'Pipe 2' configuration window is open, showing various parameters. A green callout box points to the 'Режим региона' (Region mode) dropdown menu, which is set to 'Регион 1'. A green callout box also points to the 'Выбор имени каталога температур' (Select temperature catalog name) dropdown menu, which is also set to 'Регион 1'. In the center, a schematic diagram shows a network of pipes (Pipe 1, Pipe 2, Pipe 3, Pipe 7, Pipe 10, Pipe 11, Pipe 12) and joints (Joint 1, Joint 2, Joint 3, Joint 4, Joint 5, Joint 6) connected to a well (Well B1) and a compressor (Comp). On the right, the 'Температура окружающей среды' (Ambient temperature) dialog box is open. It shows two modes: 'Среднемесячная температура' (Average monthly temperature) and 'Расширенный режим' (Advanced mode). The 'Расширенный режим' is selected, and a table shows monthly temperature data for Region 1. A green callout box points to the 'Расширенный режим' radio button. Below the table, a graph shows the temperature over time. A green callout box points to the 'Открыть Редактор Температуры' (Open Temperature Editor) button. Another green callout box points to the 'Среднемесячная температура' radio button. A third green callout box points to the 'Расширенный режим' radio button. A fourth green callout box points to the 'Выбор имени каталога температур' dropdown menu.

Необходимо выбрать созданный регион

Доступен выбор временных шагов в Расширенном режиме

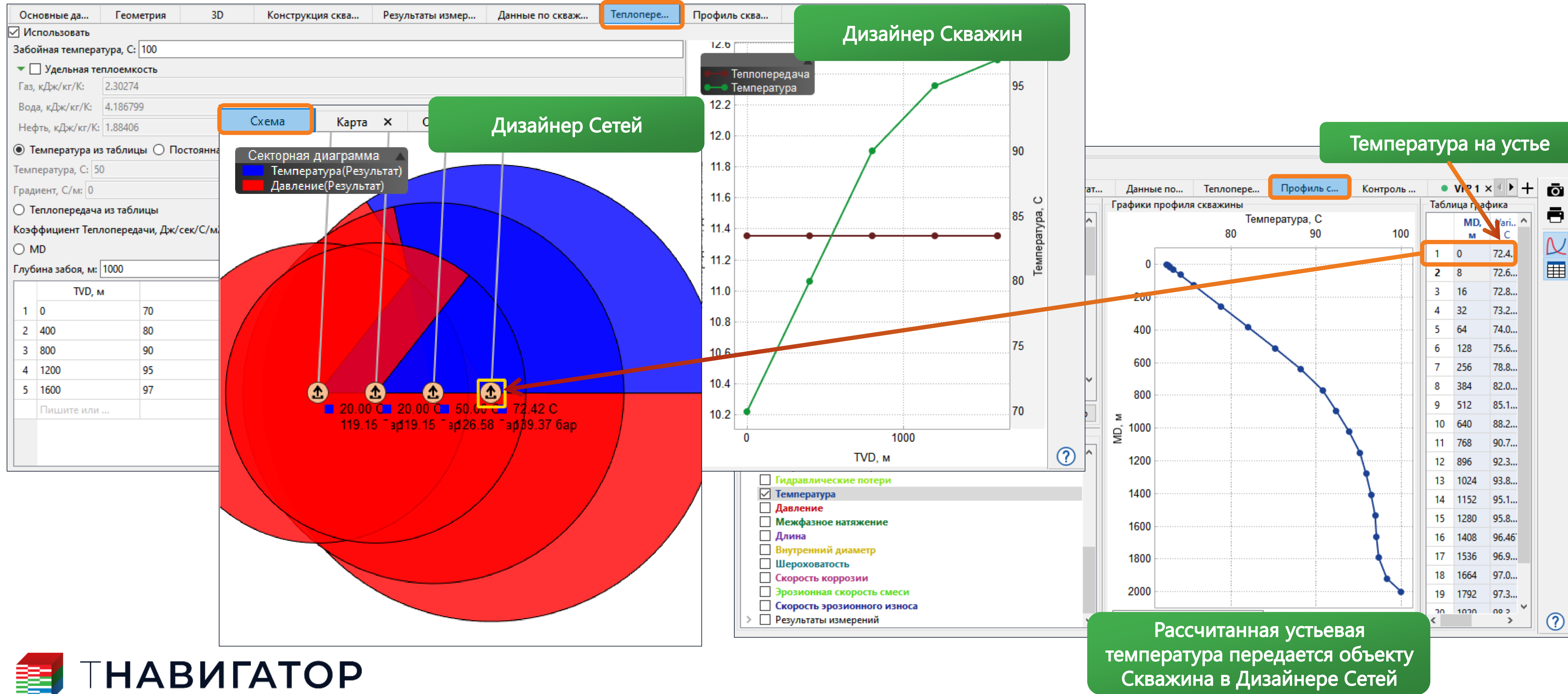
Открыть Редактор Температуры

Месяц	Температура, C
Январь	-25
Февраль	-30
Март	-10
Апрель	-5
Май	10
Июнь	20

Дата	Температура, C
01.01.2000	-25
01.02.2000	-30
01.03.2000	-5
01.04.2000	5

# Учет теплотерь из проекта Дизайнера Скважин

- Для моделей Только сеть учитывается результат расчета теплотерь из проекта Дизайнера Скважин



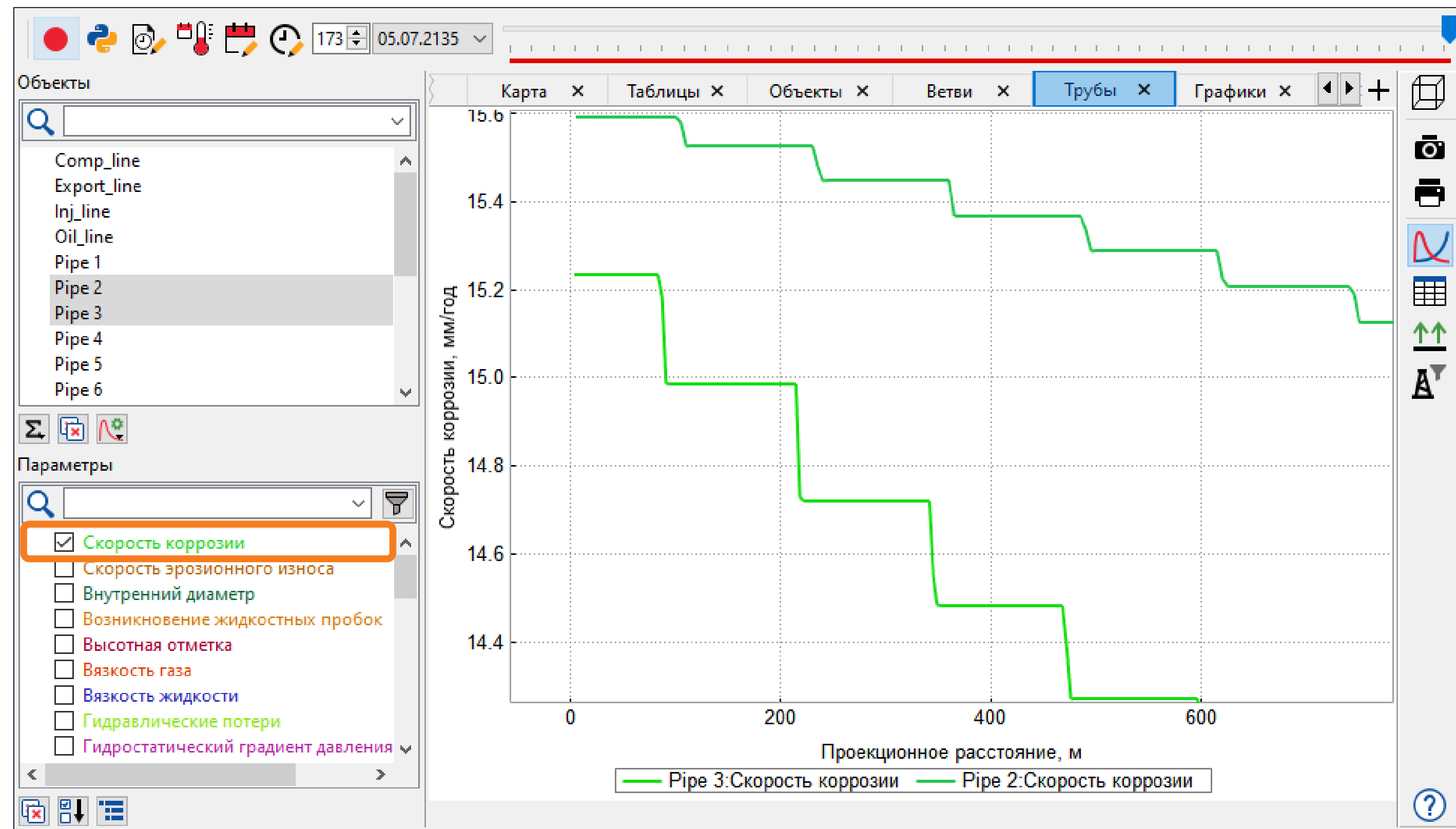
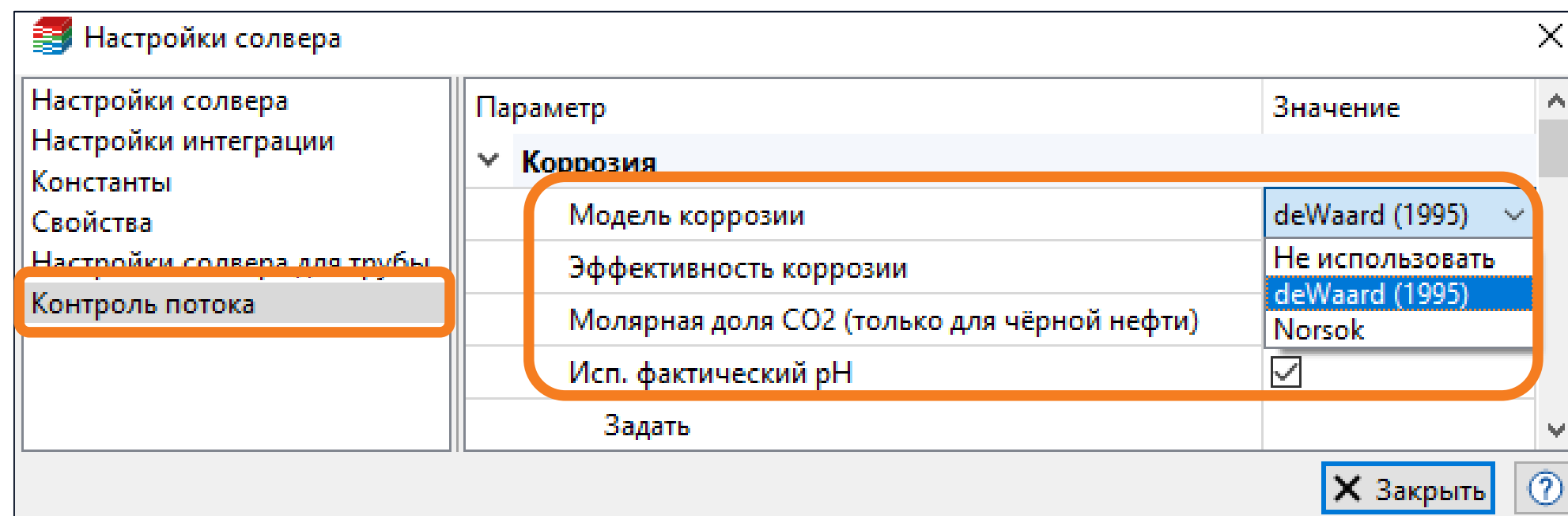
# Контроль потока

# Расчет коррозии

**Коррозия** — самопроизвольное хим. взаимодействие металла со средой, приводящее к изменению его свойств и разрушению

Для расчета коррозии на выбор пользователя доступны две модели:

- **Модель deWaard (1995)**
- **Модель Norsok**



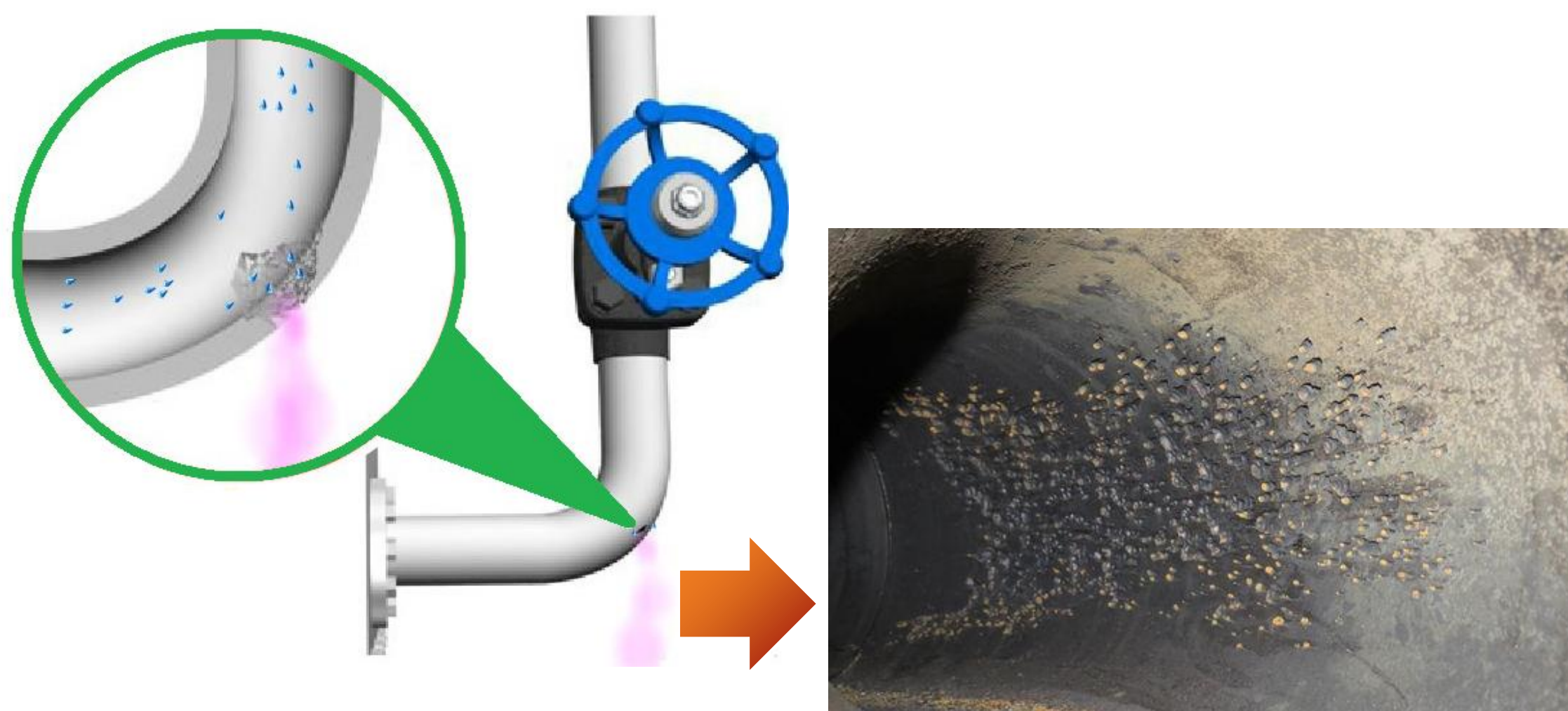
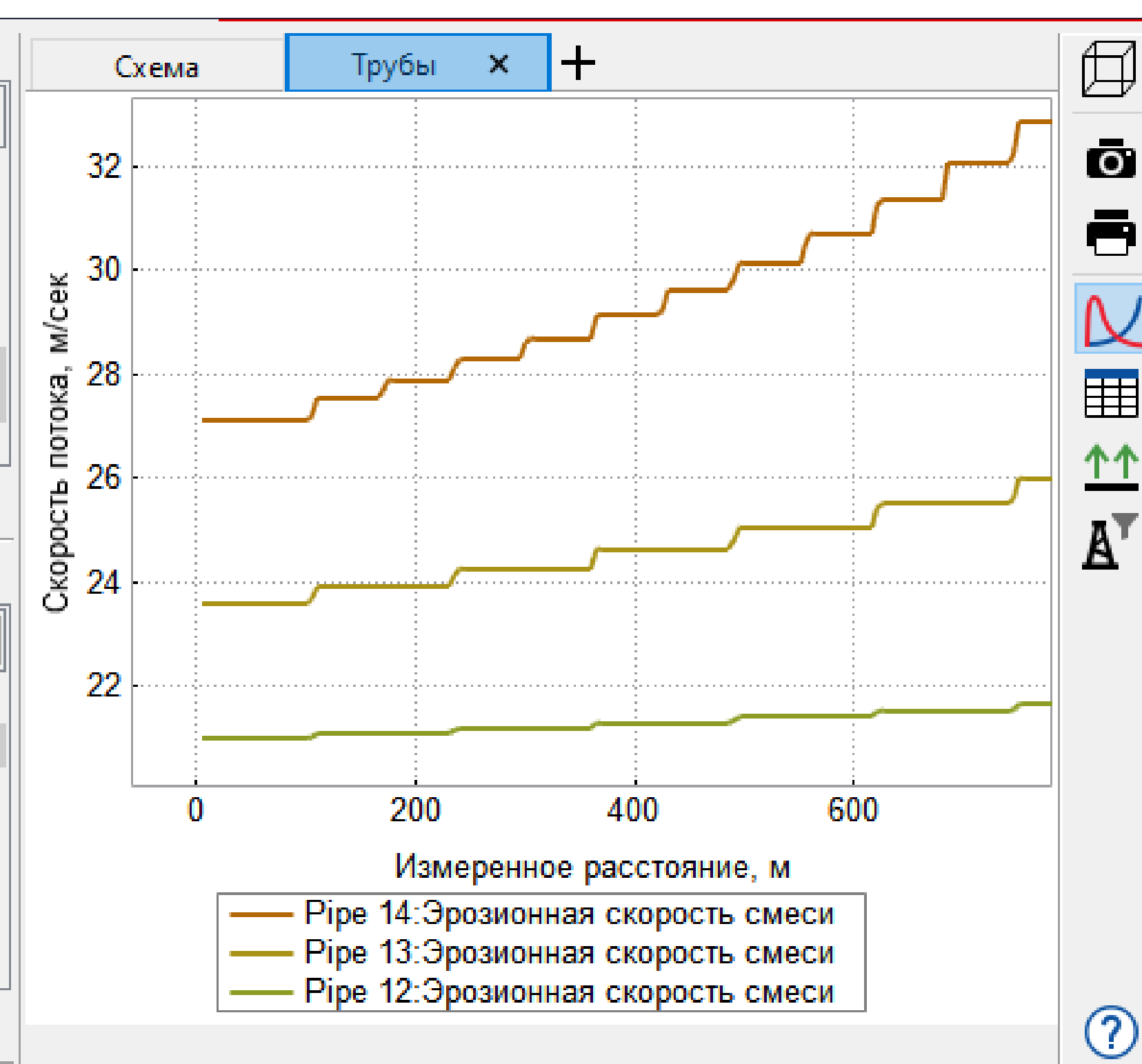
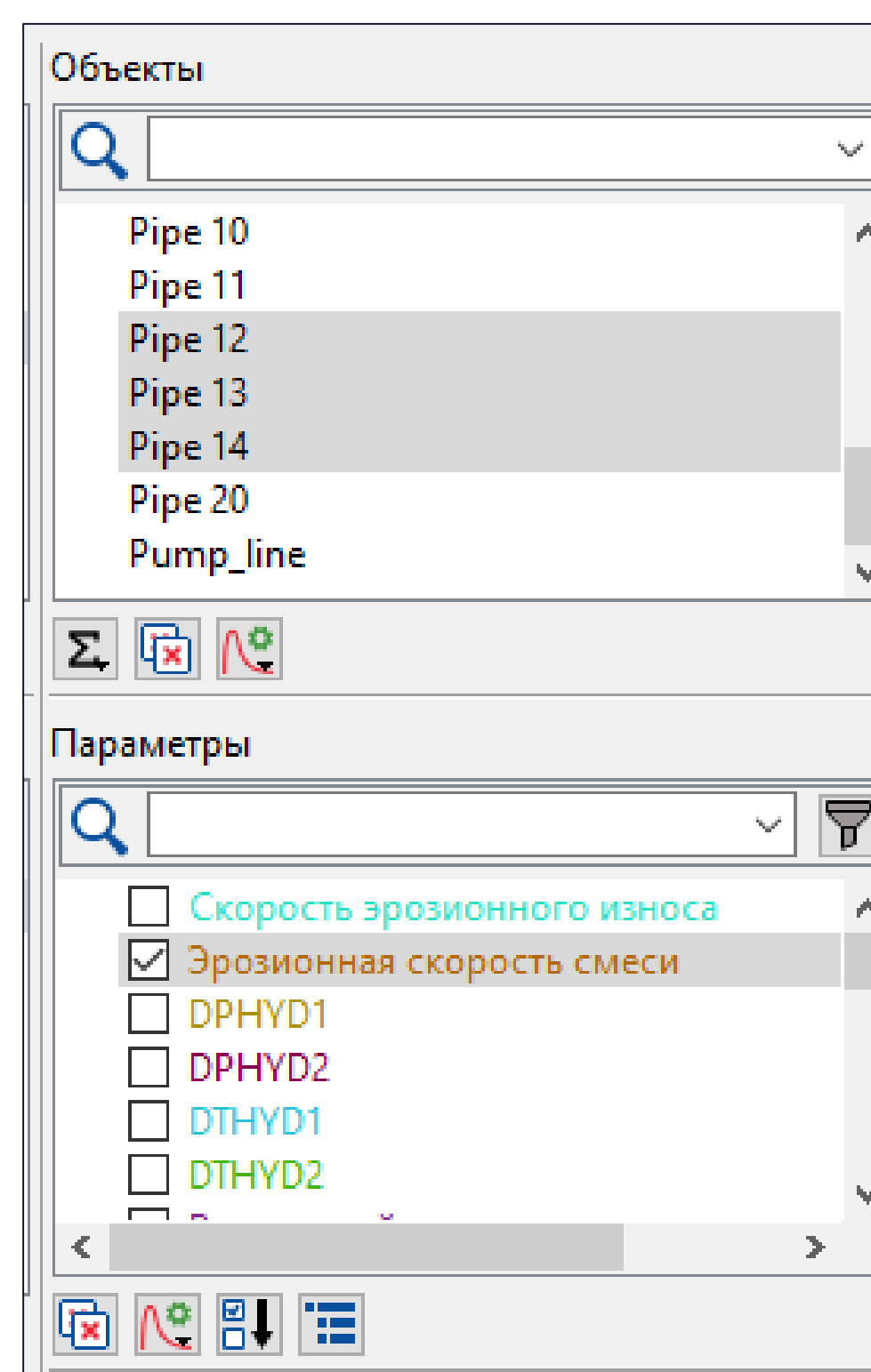
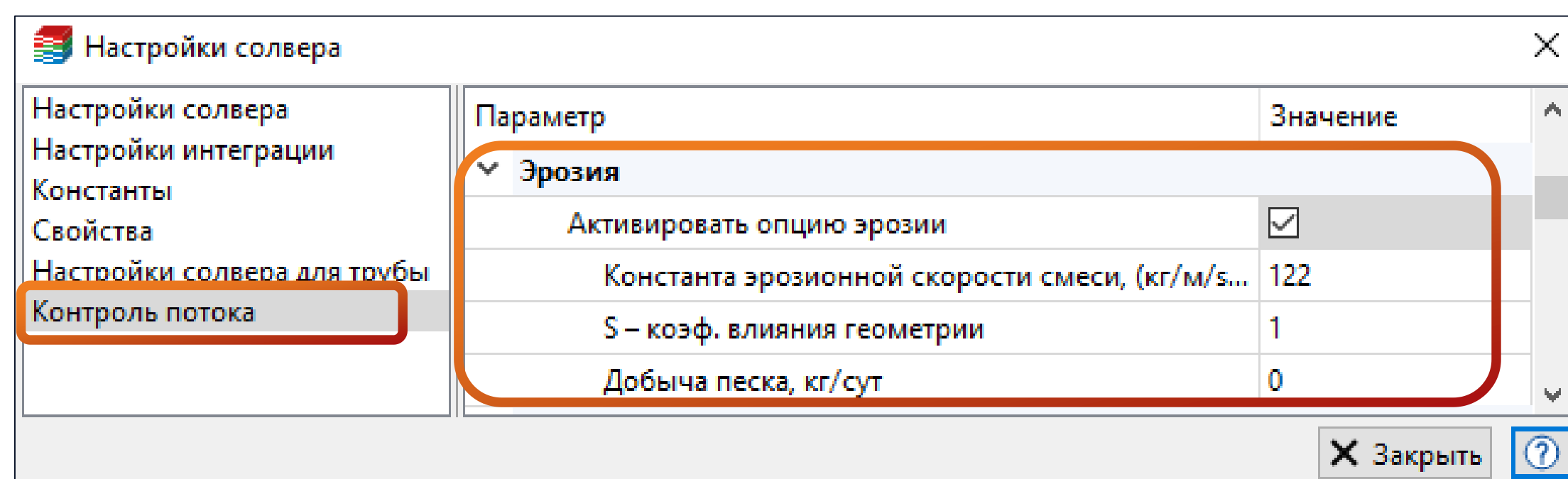


# Расчет эрозии

**Эрозия** – разрушение поверхности материала, вызванное высокоскоростными потоками в трубопроводах

Для расчета эрозии на выбор пользователя доступны две модели:

- **Модель эрозии без учета добычи песка**
- **Модель эрозии с учетом добычи песка**



# Самозадавливание скважины

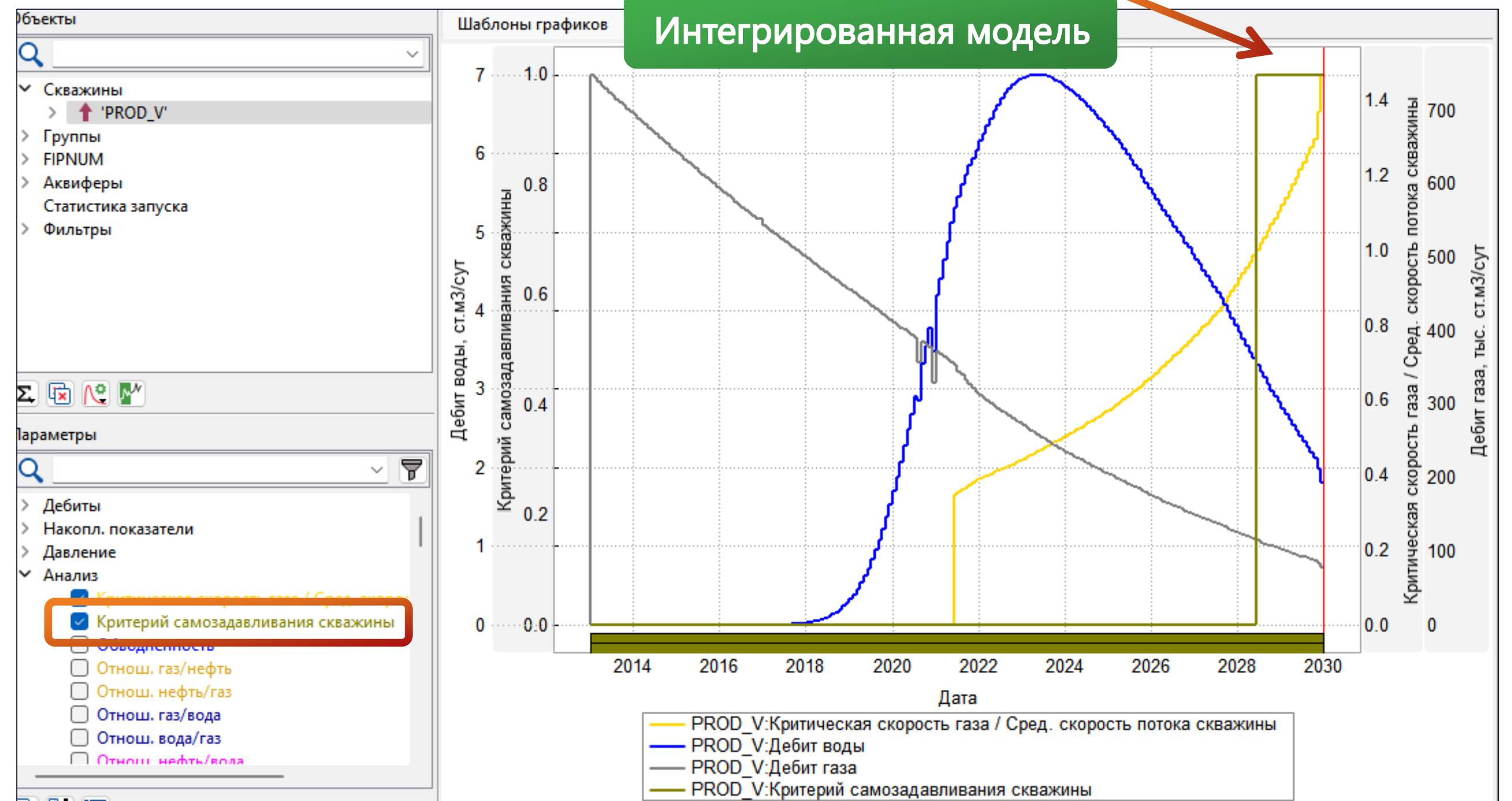
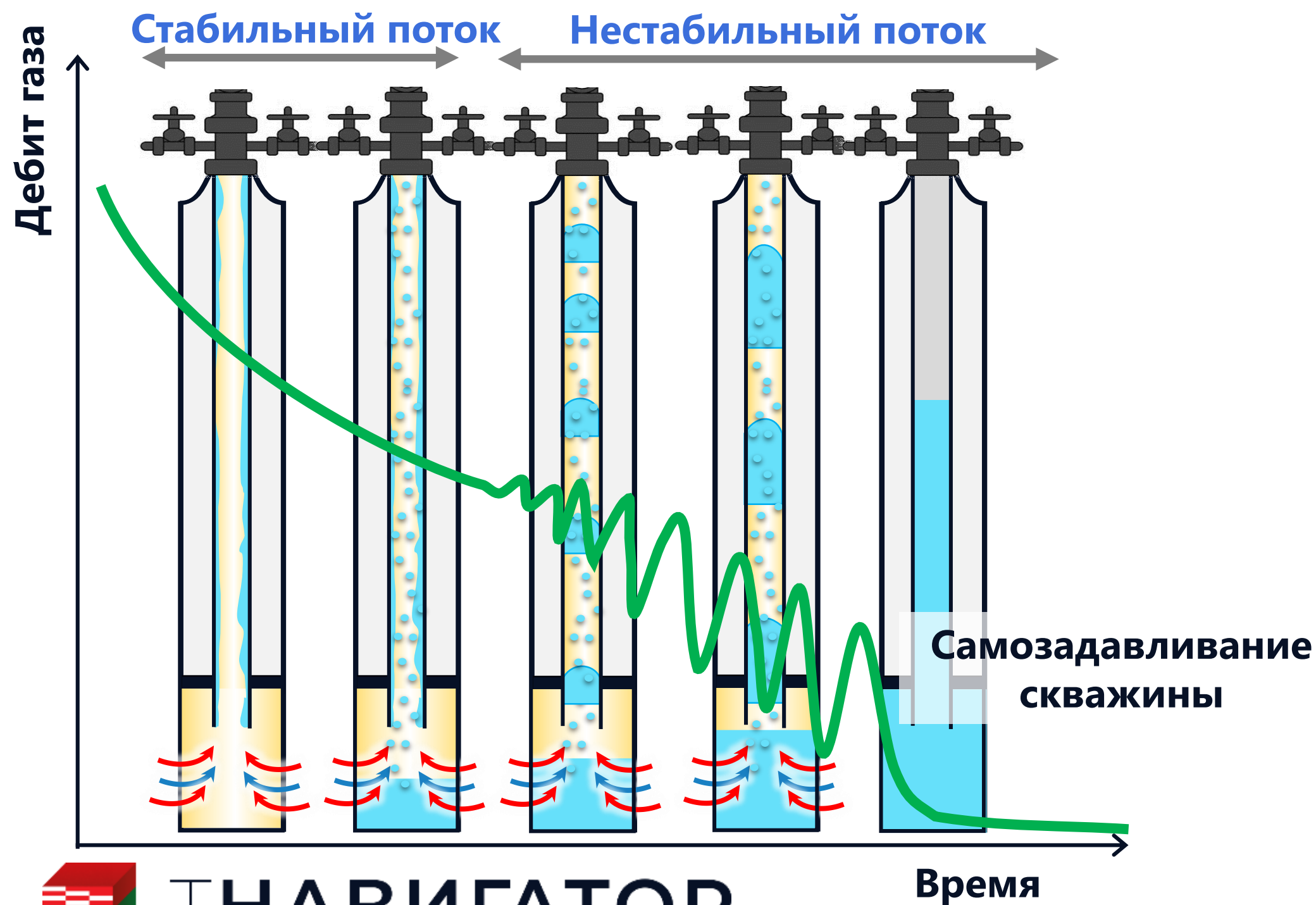
Самозадавливание – процесс самопроизвольной остановки скважины за счет скопления жидкости на ее забое

Настройки солвера

Параметр	Значение
Добыча песка, кг/сут	0
<b>Самозадавливание скважины</b>	
Активировать опцию самозадавливания скважины	<input checked="" type="checkbox"/>
Тип поправочного коэффициента	Turner (1969)
Значение поправочного коэффициента, доля	1.2
Угол самозадавливания скважины, град	45
Объемная доля жидкой фазы в потоке при самозадавливании скважины	0.1

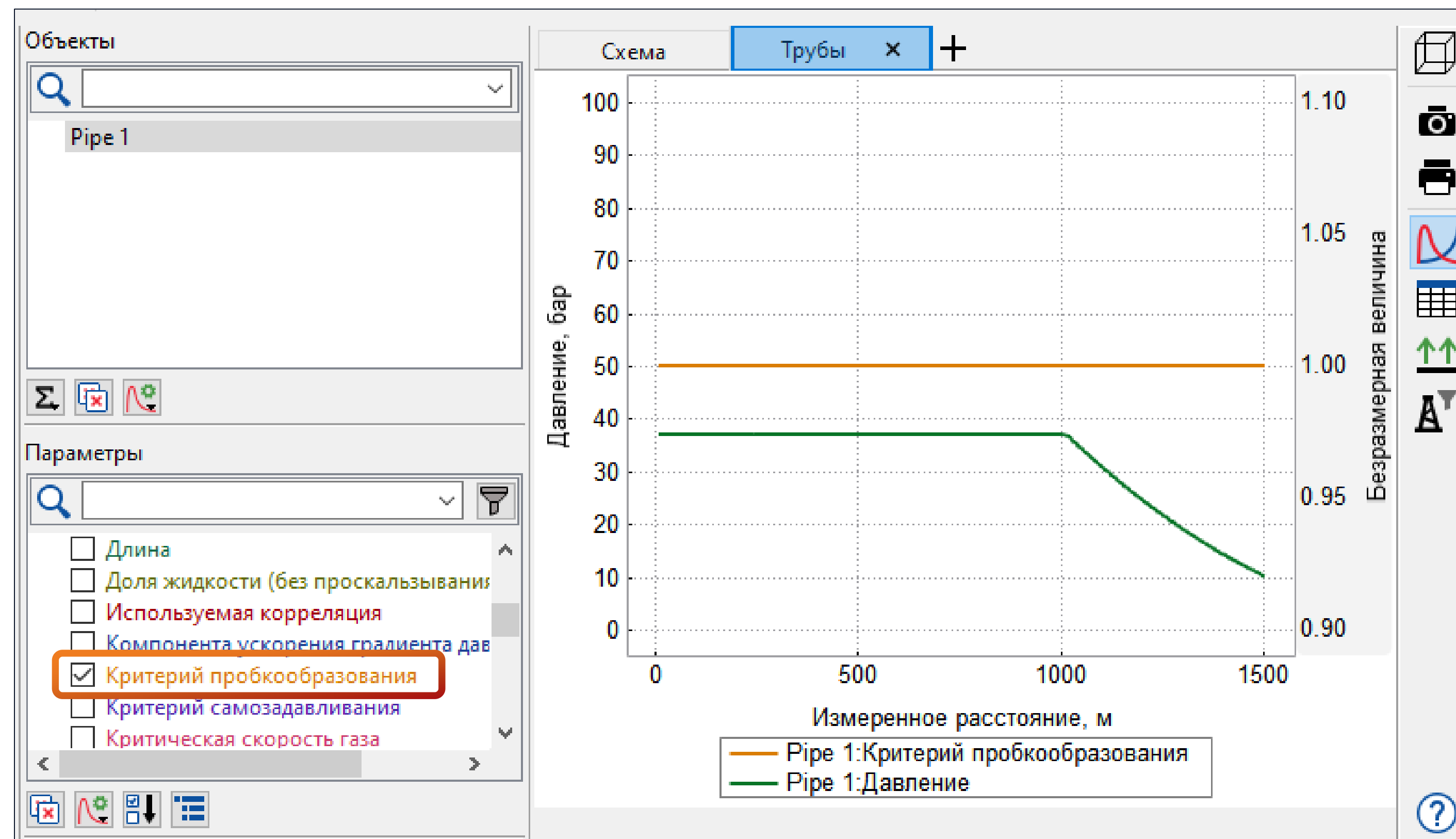
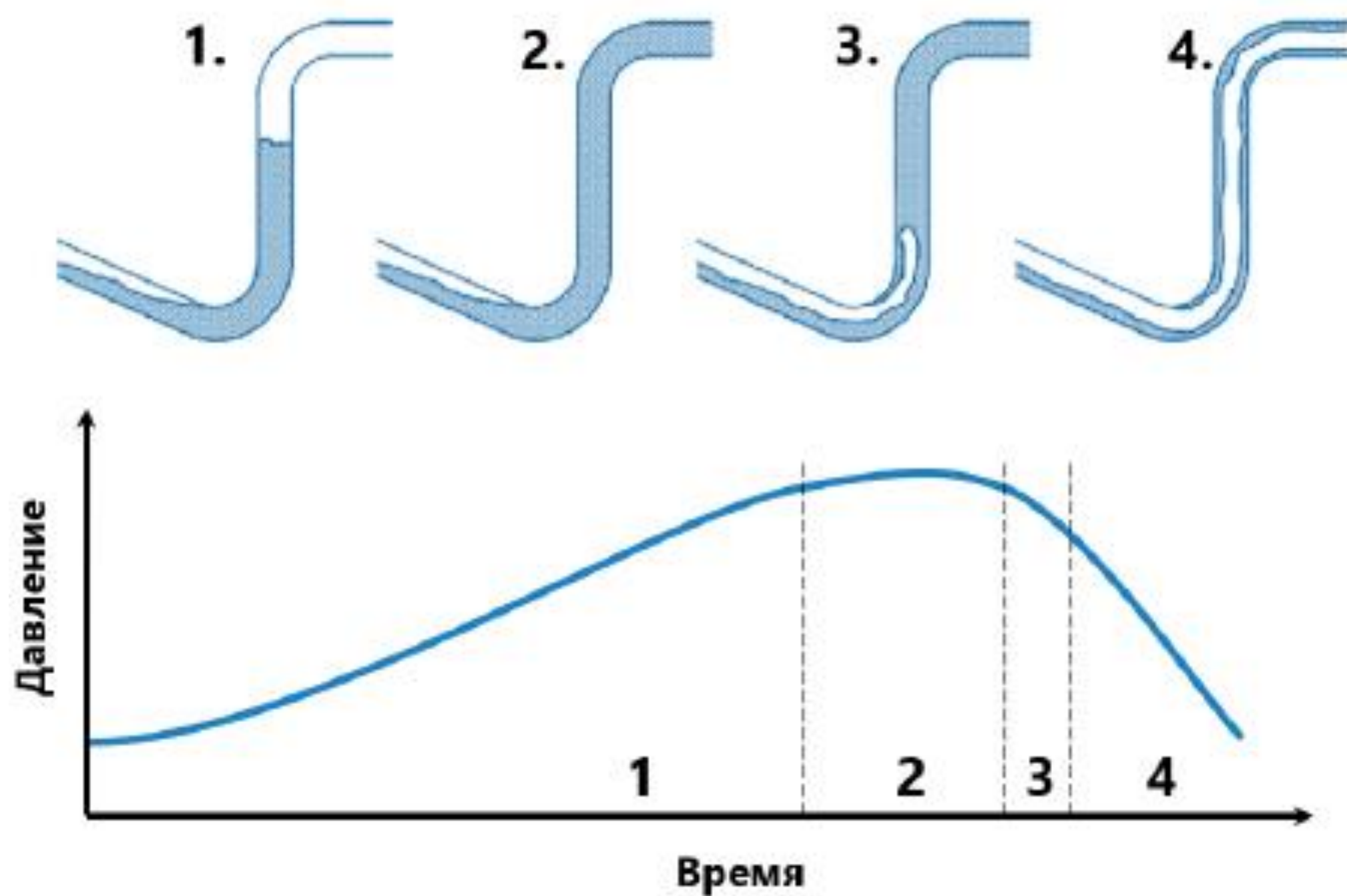
Закрывать

Значение 1 для параметра **Критерий самозадавливания скважины** указывает на самозадавливание газодобывающей скважины



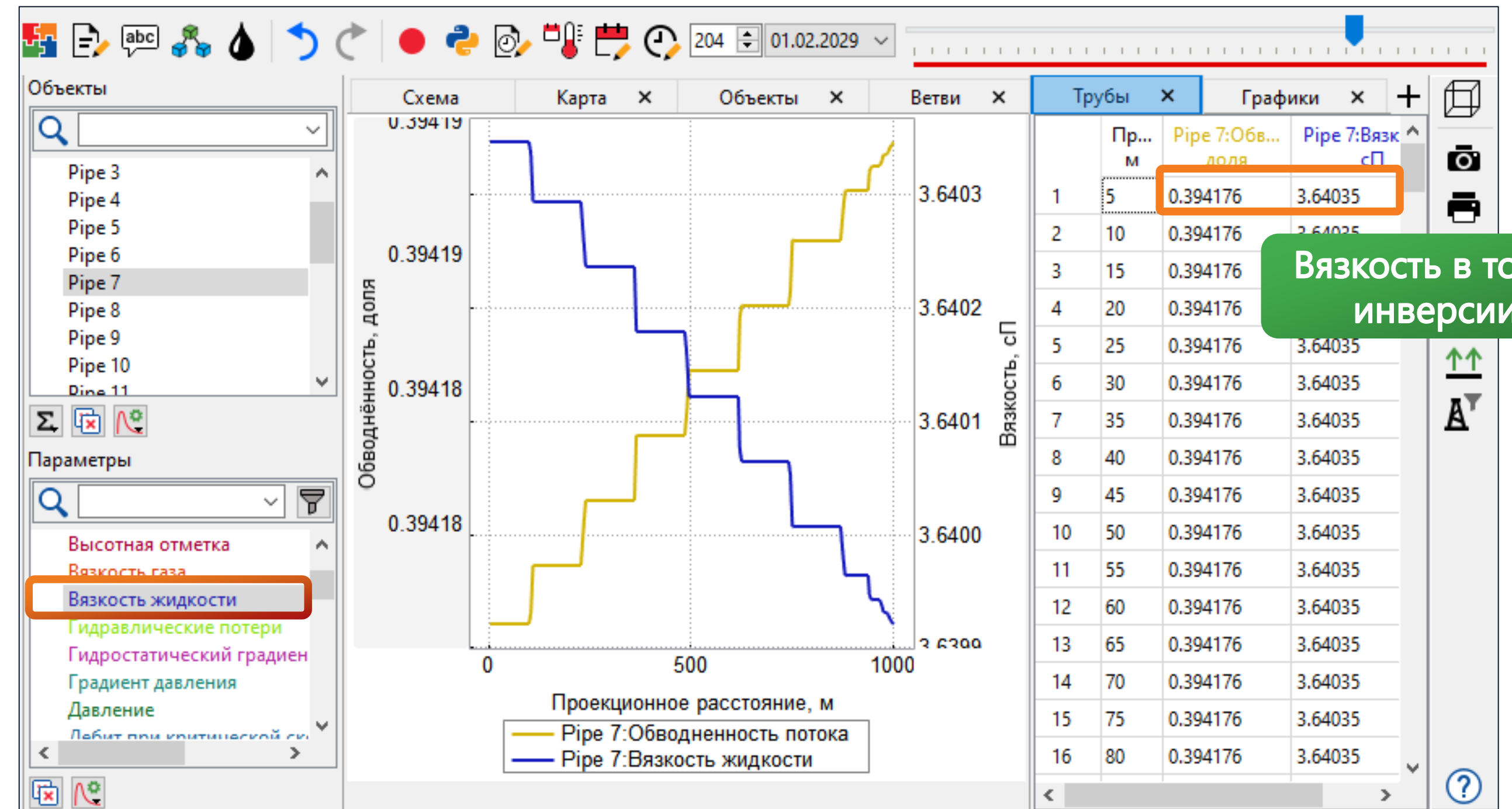
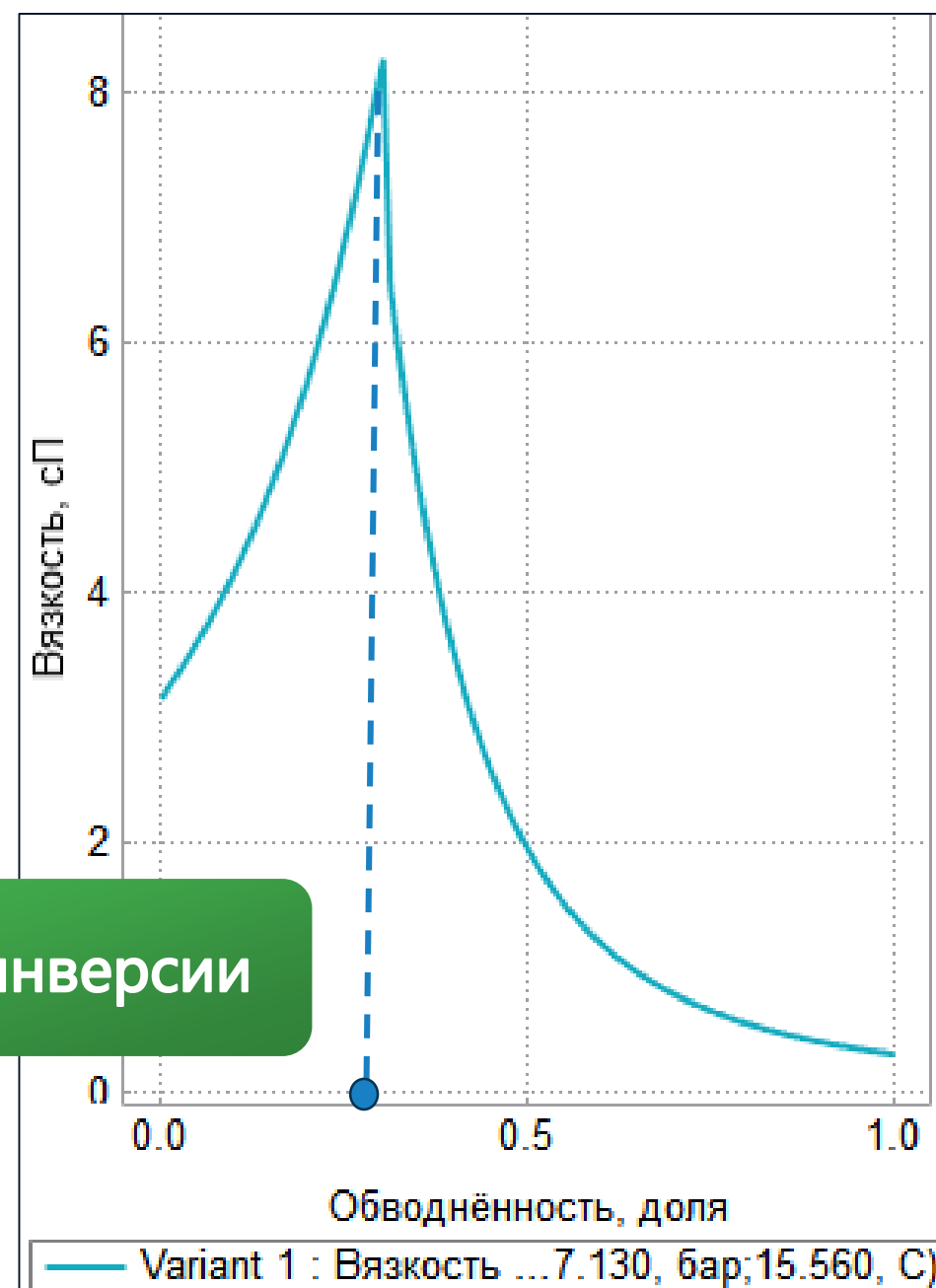
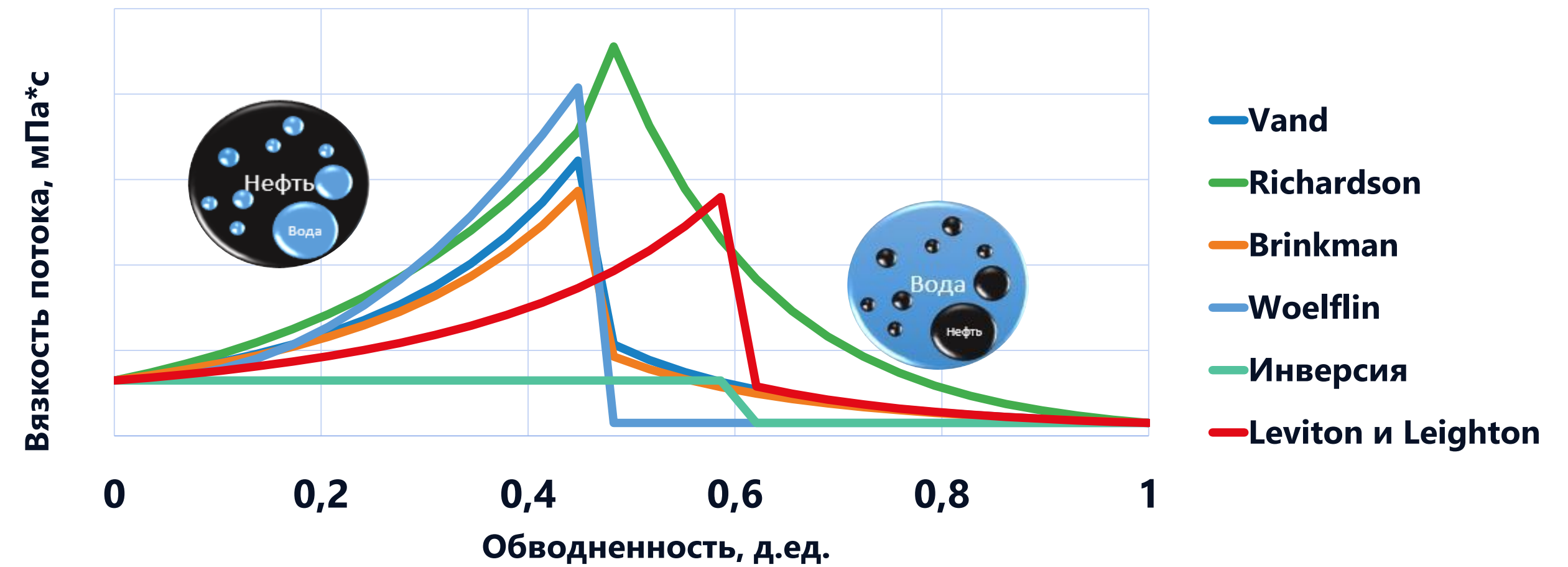
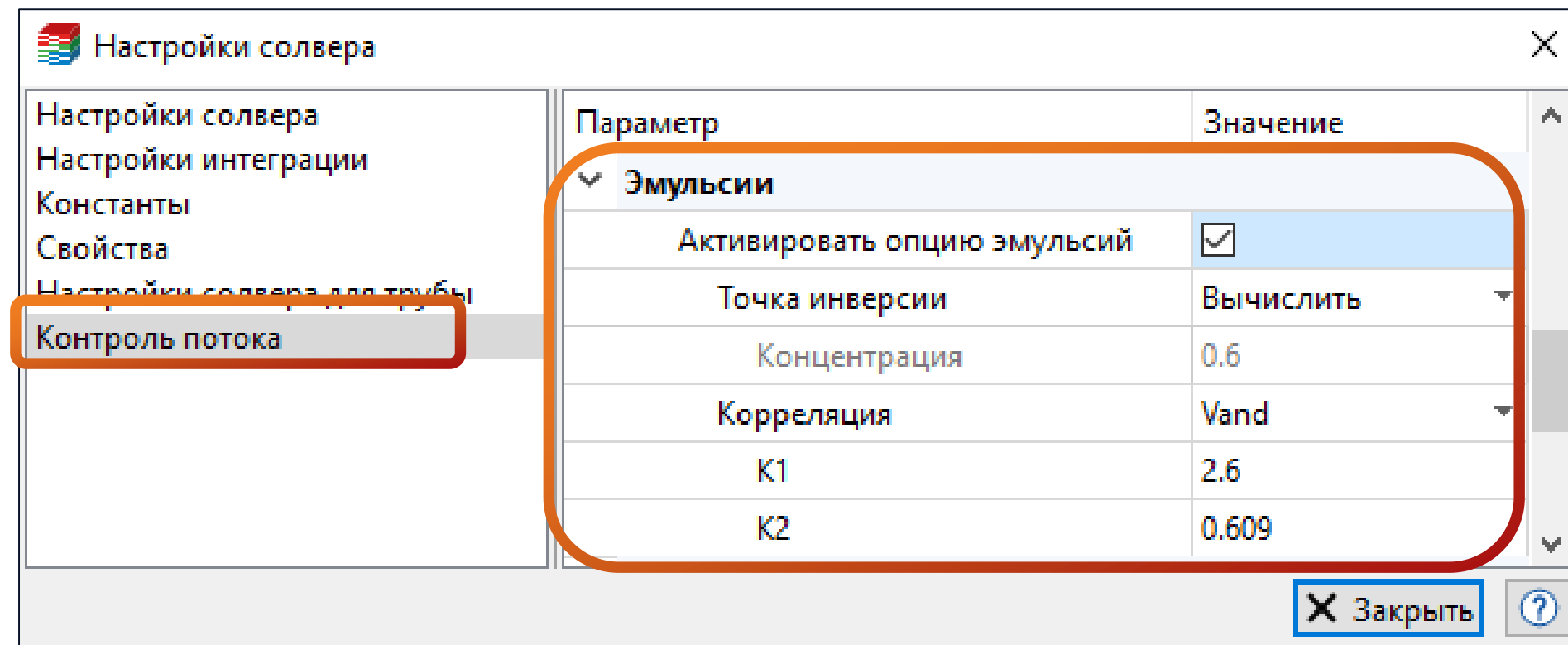
# Жидкостные пробки

**Жидкостные пробки** возникают в скважинах или трубопроводах, при движении по ним флюида, состоящего преимущественно из газа с некоторым количеством жидкости



# Учет эмульсий в расчете сети

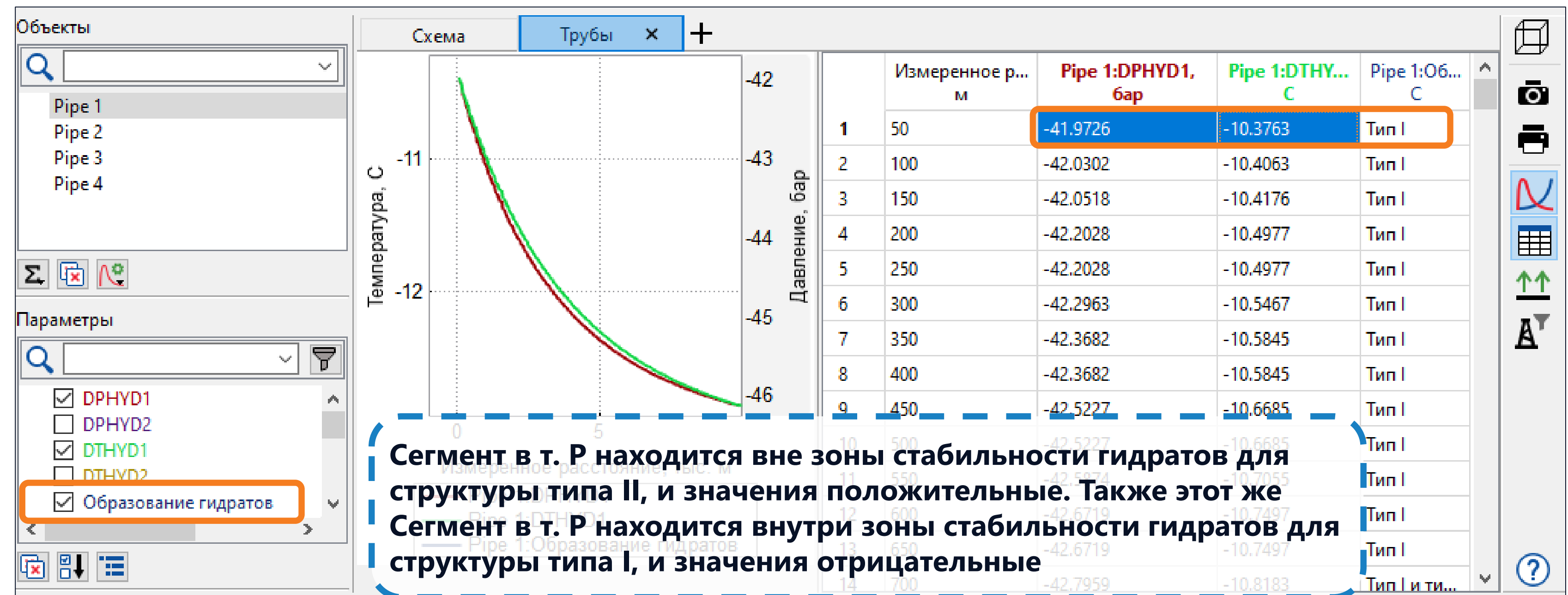
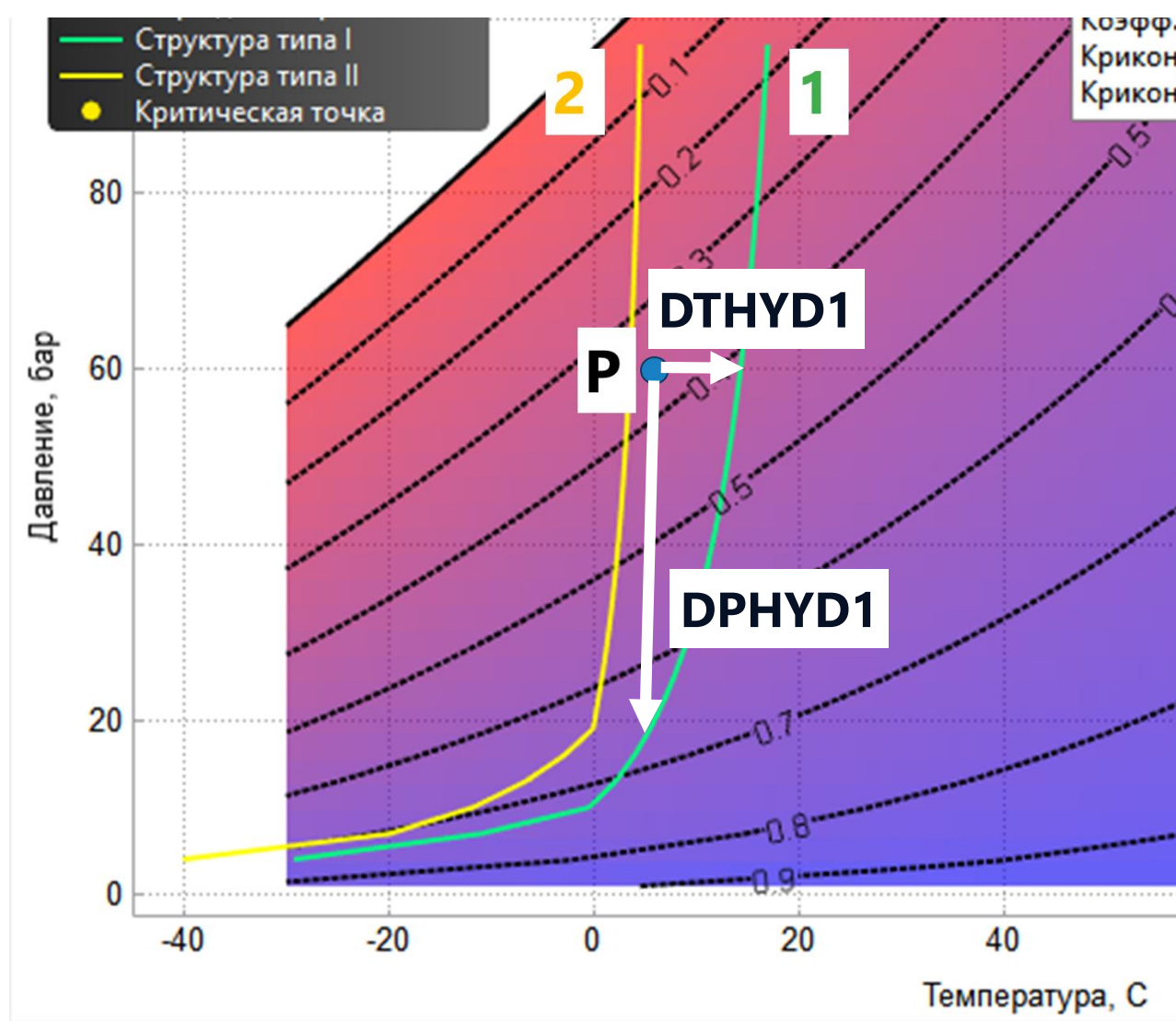
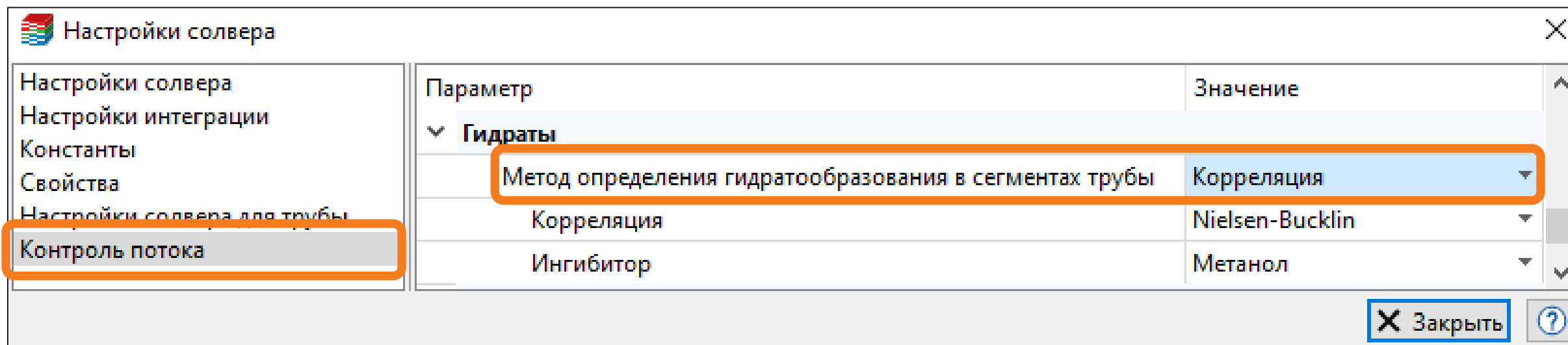
При образовании эмульсии кратно меняется **вязкость потока**, что может приводить к осложнениям в работе внутрискважинного оборудования



# Гидраты

Для моделирования гидратообразования на выбор пользователя доступны две модели расчета:

- На основе корреляций
- На основе многофазного flash



# Адаптация сети Оптимизация гидратообразования

# Адаптация сети. Задание исторических параметров (1)

В Дизайнере Сетей имеется возможность производить **автоматизированную адаптацию** моделей поверхностных сетей в режиме **Только Сеть**. Процесс адаптации состоит из трех шагов:

- **Задание исторических параметров**

Редактор истории

Объект	Вр. шаг	Давление, бар	Давление на в... бар	Давление на в... бар
Source 1	27.02.2024	76.4		
Source 2	27.02.2024	75.72		
Source 3	27.02.2024	73.8		

В Редакторе истории задайте параметры, на которые будет производиться настройка (данные истории). В адаптации будут участвовать все параметры, заданные в Редакторе истории

Сеть: Source 1, Source 2, Source 3, Pipe 1, Pipe 2, Pipe 3, Pipe 4, Pipe 5, Joint 1, Joint 2, Sink 1

# Адаптация сети. Задание переменных (2)

## ● Задание переменных

В Редакторе событий выделите параметры объектов и выберите их в качестве переменных

The screenshot displays the 'Редактор событий' (Event Editor) window. The main area contains a table with the following data:

№	Объект	Вр. шаг	Статус	Шеро...	Внутре...	Теплоп...	Температура ...	Толщин...	Глуби...	Тип корреляции	Коеф...	Коефф. коррекции трения	Исп. инерцио...	Коефф.
1	Pipe 2	27.02.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	1.170868	<input type="checkbox"/>	24
2	Pipe 1	27.02.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	0.872111	<input type="checkbox"/>	24
3	Pipe 3	27.02.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	0.920095	<input type="checkbox"/>	24
4	Pipe 5	27.02.2024	Активный	2e-05	0.06	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	1.074074	<input type="checkbox"/>	24
5	Pipe 4	27.02.2024	Активный	2e-05	0.06	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	1.091722	<input type="checkbox"/>	24

The context menu is open, showing the following options:

- Выбрать столбцы...
- Добавить строку
- Удалить строки
- Добавить в проект адаптации**
- Добавить переменные в Workflow
- Копировать
- Копировать без заголовков
- Вставить
- Специальная вставка...
- Сортировка



# Адаптация сети. Результаты адаптации (3)

## ● Анализ результатов адаптации

**Сопоставление давлений до и после адаптации**

**Адаптация**

**Применение найденного решения после адаптации**

Труба	Труба 1	Труба 2	Труба 3	Труба 4	Труба 5
Имя	Труба 1	Труба 2	Труба 3	Труба 4	Труба 5
Статус	Активный	Активный	Активный	Активный	Активный
Шероховатость, м	2e-05	2e-05	2e-05	2e-05	2e-05
Внутренний диаметр, м	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06
Теплопроводность, Вт/м/К	40	40	40	40	40
Температура флюида, С					
Толщина стенки, м	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Глубина укладки трубы, м	0	0	0	0	0
Тип корреляции	Kopp. Beggs-Brill	Kopp. Beggs-...	Kopp. Beggs-...	Kopp. Beggs-...	Kopp. Beggs-Brill
Козфф. коррекции трения	0.868982	1.1919	0.986938	1.0234	1.12894
Исп. инерционную составляющую	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Метод укладки трубы	Kreith, exp. arc	Kreith, exp. arc	Kreith, exp. arc	Kreith, exp. arc	Kreith, exp. arc

Объект	Дата	Параметр	Мин.	Баз. значение	Макс.	Лучшее значение	
1	Труба 1	27.02.2024	Козфф. коррекции трения	0.8	1	1.2	0.868982
2	Труба 2	27.02.2024	Козфф. коррекции трения	0.8	1	1.2	1.1919
3	Труба 3	27.02.2024	Козфф. коррекции трения	0.8	1	1.2	0.986938
4	Труба 4	27.02.2024	Козфф. коррекции трения	0.8	1	1.2	1.0234
5	Труба 5	27.02.2024	Козфф. коррекции трения	0.8	1	1.2	1.12894

Текущее значение целевой функции: 5.22003e-05  
Итерация: 100/100

**Создать проект сети с результатами адаптации**



# Оптимизация сети на основе целевой функции

# Оптимизация на основе целевой функции в Дизайнере Сетей

В Дизайнере Сетей имеется возможность производить **оптимизацию работы сети** за счет управления скважинами при групповом контроле с помощью задания **целевой функции (1)**

Значения групповых дебитов делятся между скважинами пропорционально их направляющим дебитам, которые рассчитываются по формуле:

$$Q_{\text{цел}} = \frac{(Q_{\text{тек}})^A}{B + C(R_1)^D + E(R_2)^F} \quad (1)$$

$Q_{\text{цел}}$  – направляющий (целевой) дебит скважины выбранной фазы;

$Q_{\text{тек}}$  – текущий дебит скважины выбранной фазы;

$R_1, R_2$  – отношения потенциалов фаз (OWR, WOR, GOR и др.), зависящие от выбранной фазы

$A, B, C, D, E, F$  – задаваемые степени и коэффициенты на текущий временной шаг:

$A$  – степень потенциального дебита скважины выбранной фазы. Значение изменяется в диапазоне от -3 до 3;

$B$  – коэффициент в знаменателе. Значение не должно быть отрицательным;

$C$  – коэффициент отношения потенциалов фаз  $R_1$ ;

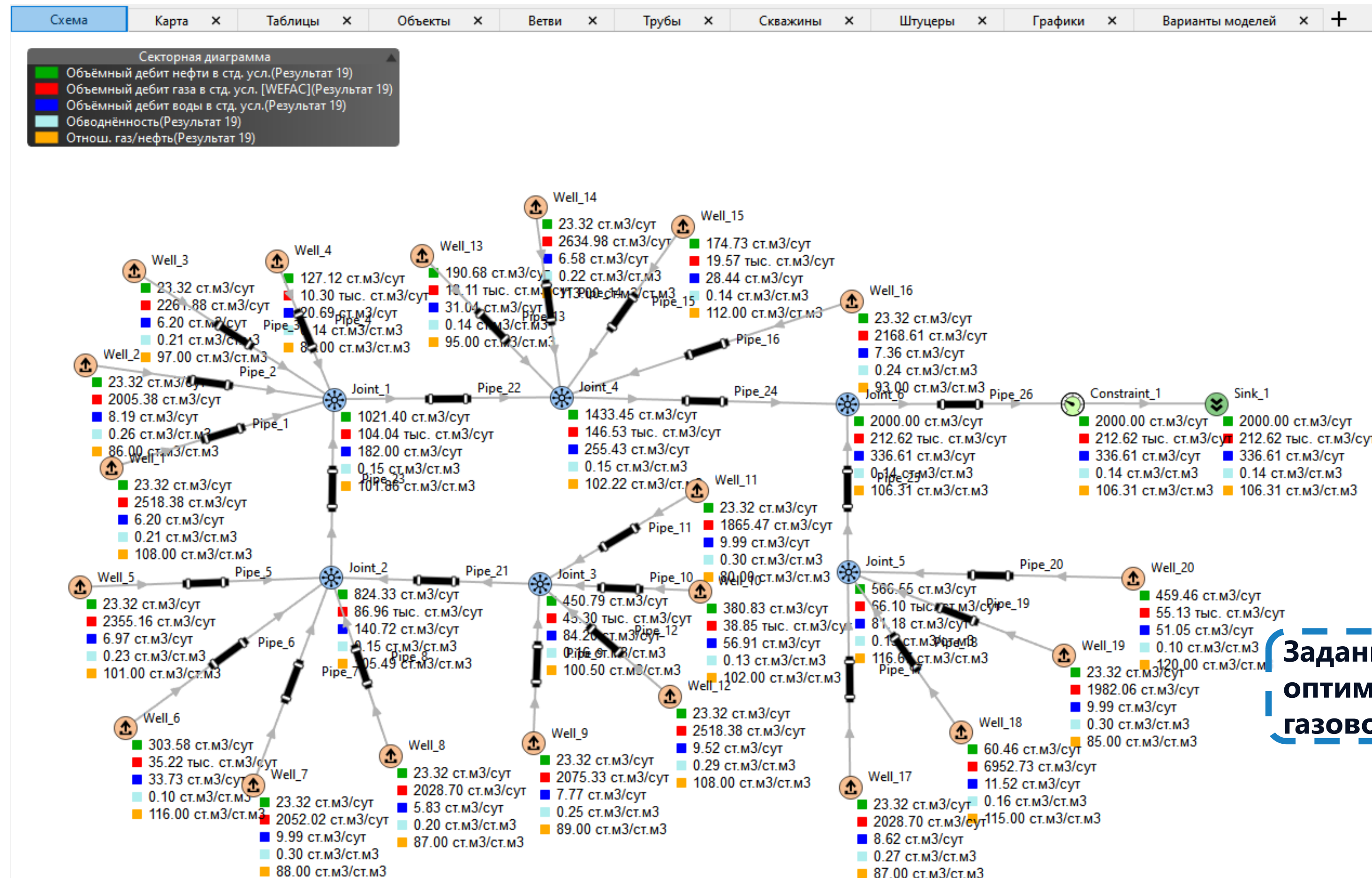
$D$  – степень отношения потенциалов фаз  $R_1$ . Значение изменяется в диапазоне от -3 до 3;

$E$  – коэффициент отношения потенциалов фаз  $R_2$ ;

$F$  – степень отношения потенциалов фаз  $R_2$ . Значение изменяется в диапазоне от -3 до 3.

# Оптимизация на основе целевой функции

- Применение оптимизации на основе целевой функции за счет управления скважинами в настройках объектов **Ограничение** и **Мастер ограничение**



Constraint\_1

Правила оптимизации для Constraint\_1

$$RATE_{target} = \frac{(RATE_{current})^A}{B + C(WOR)^D + E(GOR)^F}$$

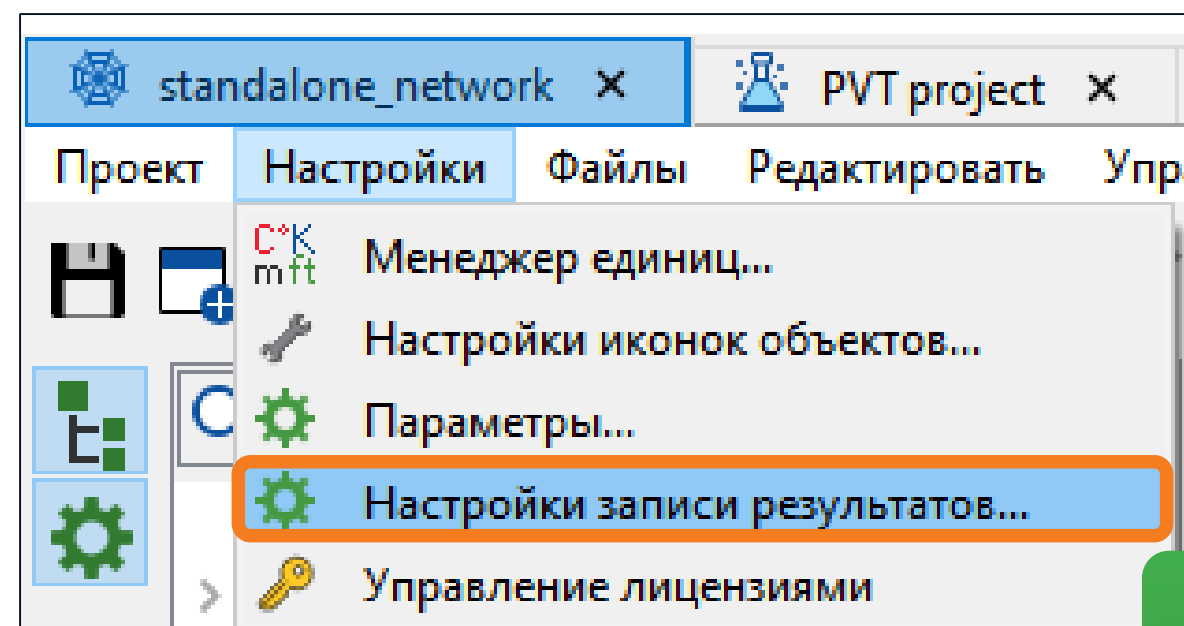
Исп. Правила Оптимизации	<input checked="" type="checkbox"/>
Мин. дебит, ст.м3/сут	20
A	1
B	2
C	1
D	3
E	1
F	1

Заданы коэффициенты для расчета оптимизации по обводнённости и газовому фактору

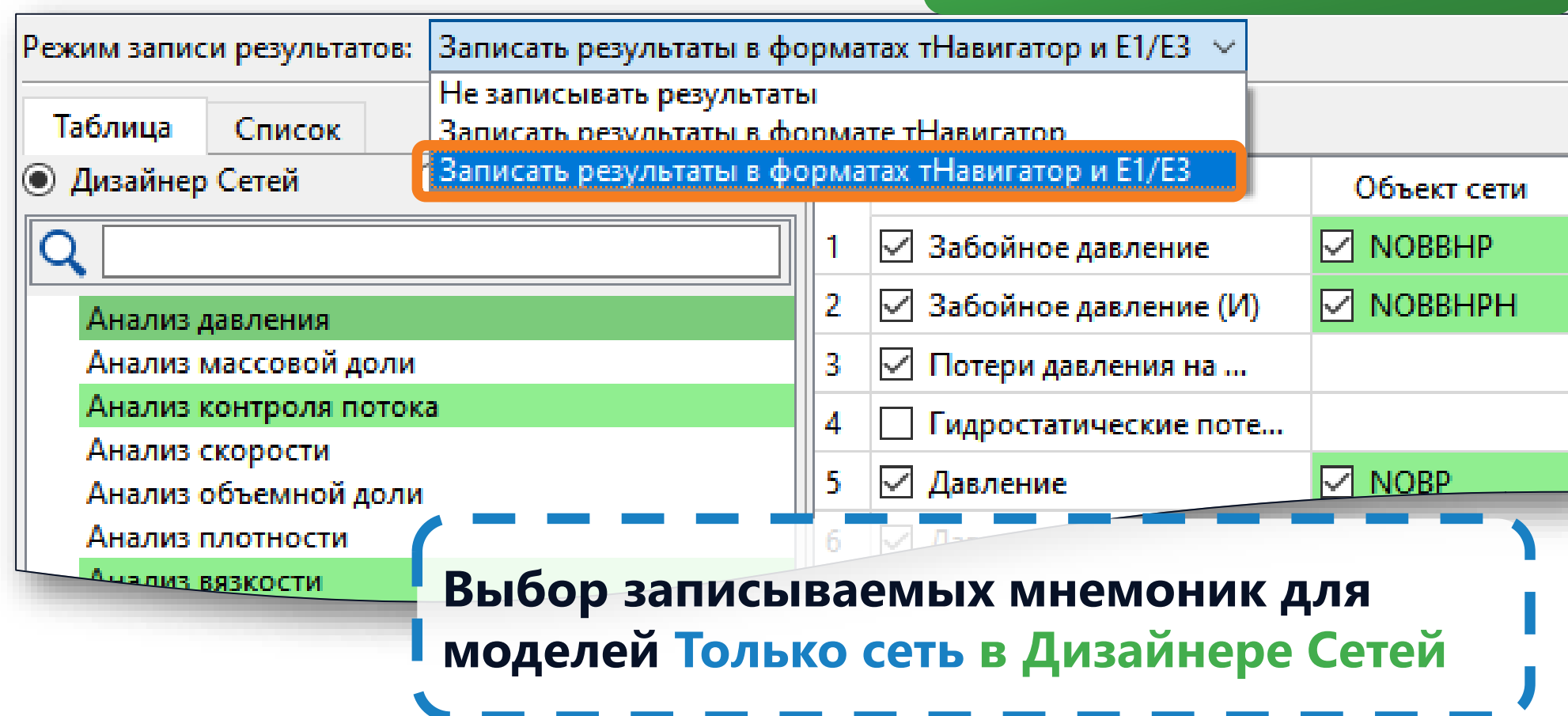
# Визуализация результатов

# Визуализация результатов в E1/E3 формате

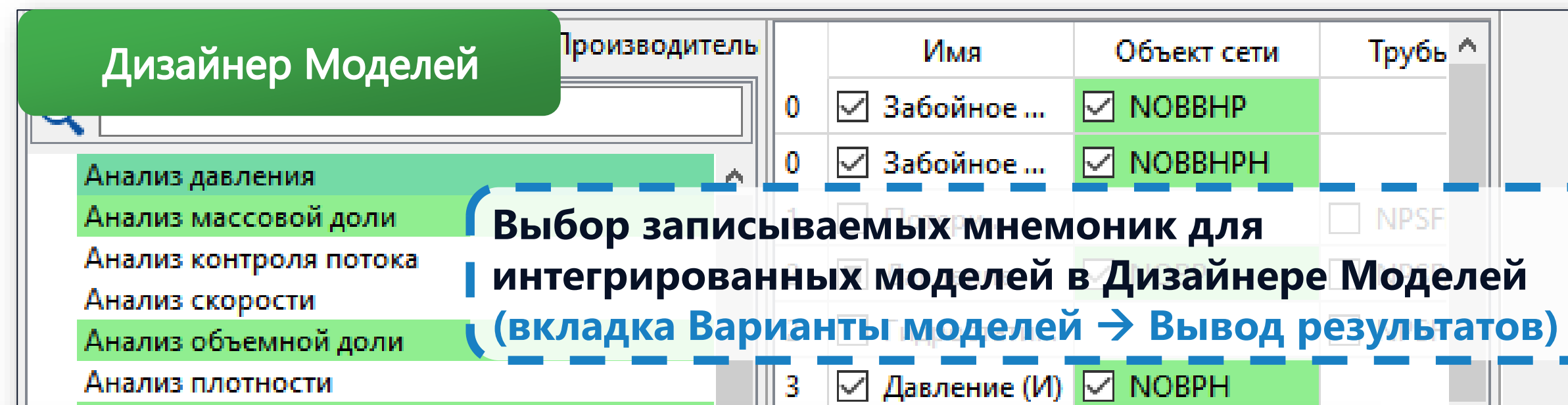
- Возможно визуализировать предварительно заказанные пользователем результаты расчета сети в бинарном E1/E3 формате в проекте Дизайнера Сетей на вкладке **Графики** и проекте Дизайнера Моделей на вкладке **Шаблоны графиков**



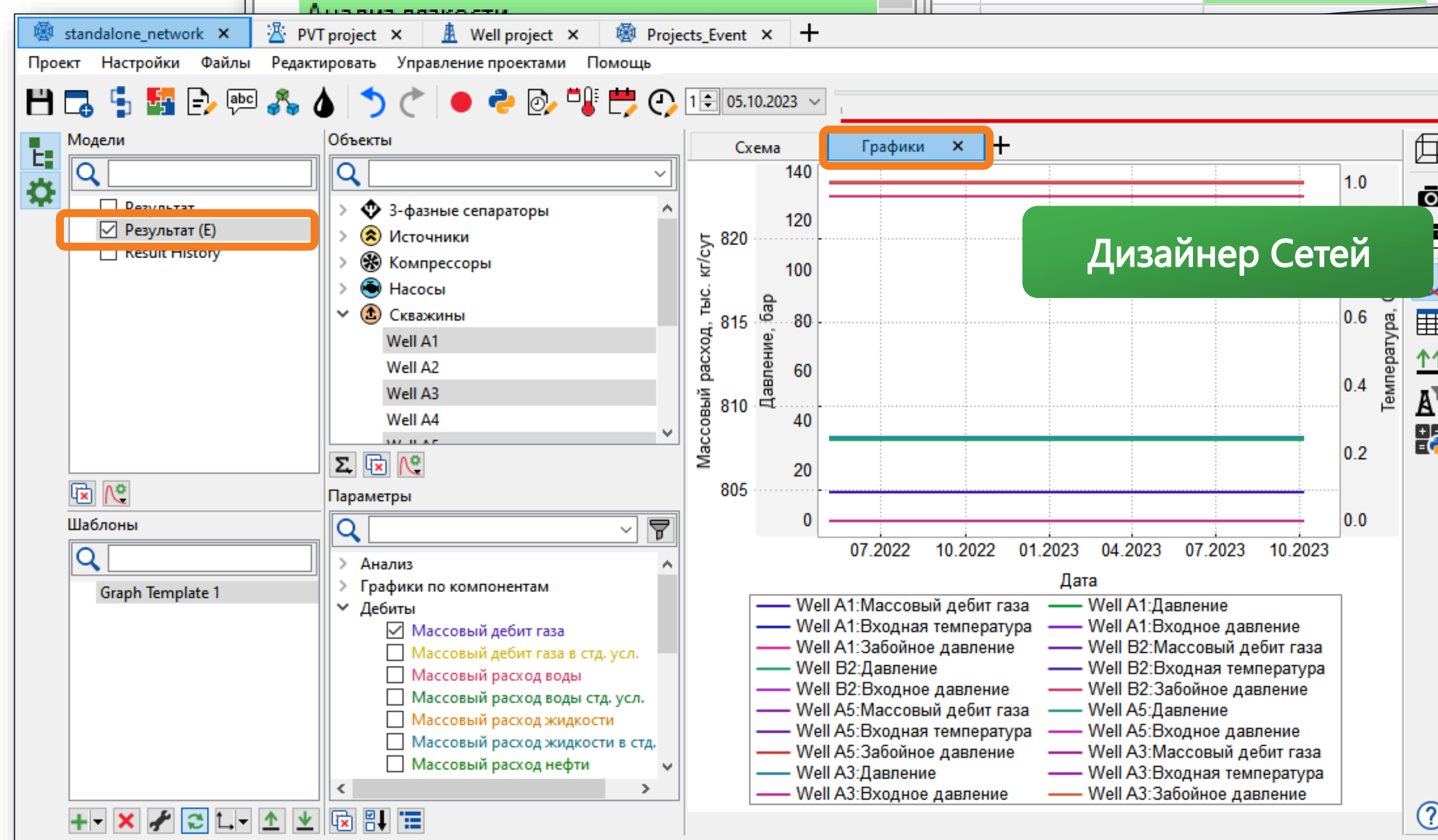
Дизайнер Сетей



Выбор записываемых мнемоник для моделей **Только сеть** в Дизайнере Сетей



Выбор записываемых мнемоник для интегрированных моделей в Дизайнере Моделей (вкладка **Варианты моделей** → **Вывод результатов**)



Дизайнер Сетей

# Вкладки Схема и Карта

- 2D визуализация объектов в соответствии с их реальными координатами на закладке Карта

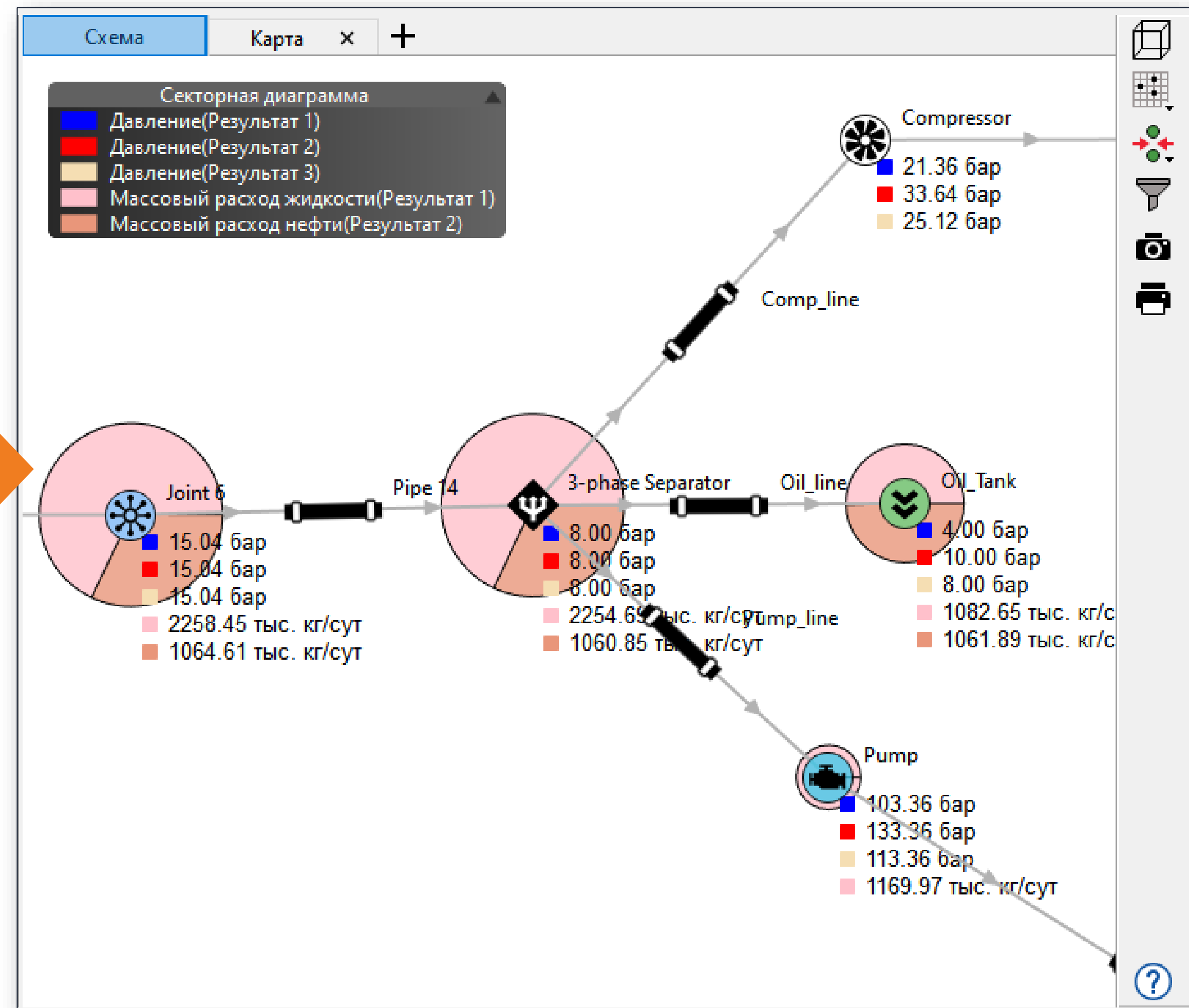
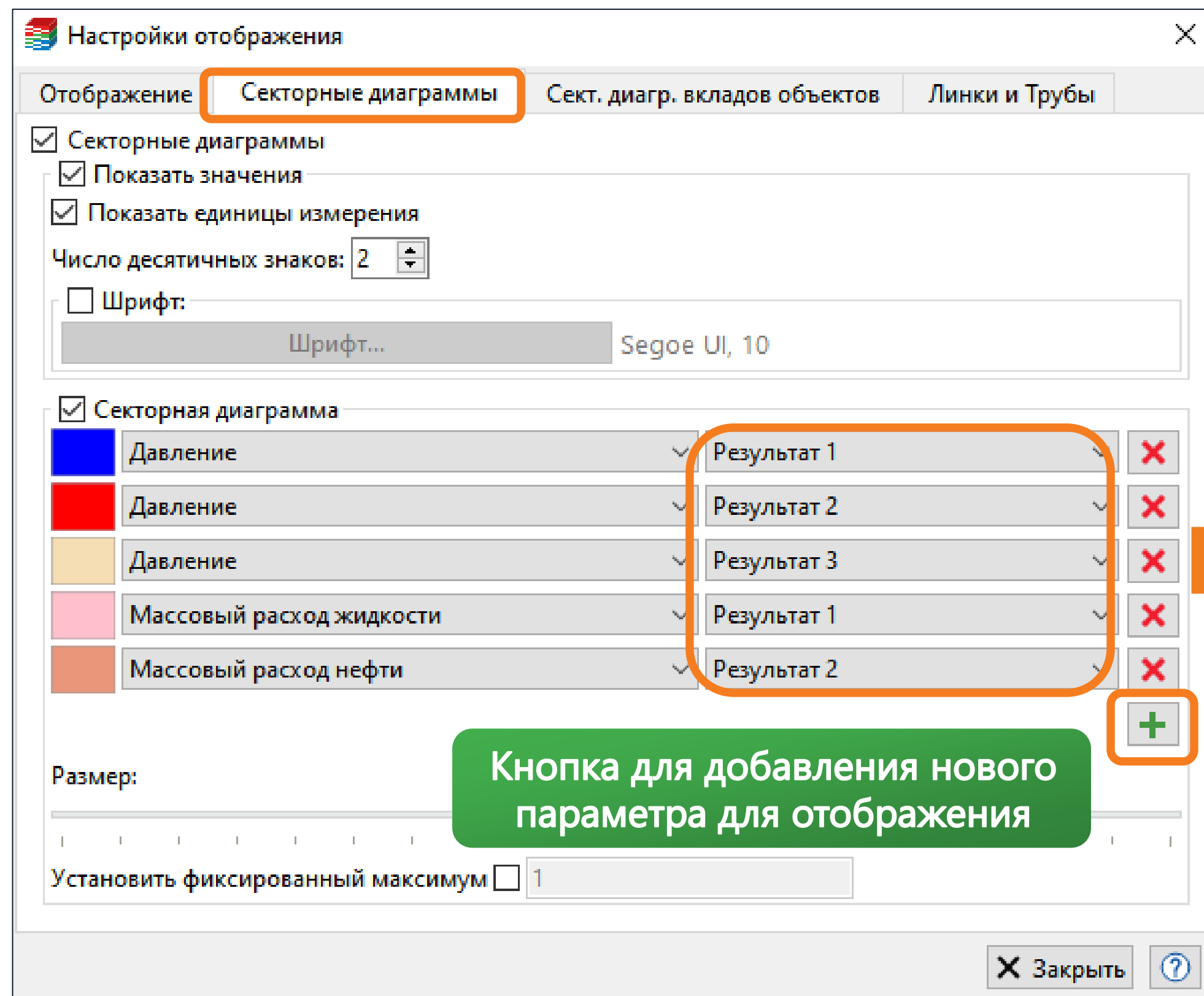
Редактор 3D координат

	Имя объекта	X, фут	Y, фут	Z, фут
6	W6	44397560,697394	23454432,768315	-45,677953
7	W7	44397561,203953	23454435,103701	-45,676137
8	W8	44397561,948893	23454433,613029	-45,691403
9	Штуцер 1	44394655,797832	23442090,849664	-8,921716
10	Штуцер 2	44394667,03583	23442082,409108	-9,036015
11	Штуцер 3	44394626,806953	23442150,101029	-8,105334
12	Штуцер 4	44394666,639552	23442157,785256	-7,987559
13	Узел 1	44394656,66844	23442110,881573	-8,642794
14	Узел 2	44394669,106227	23442108,765179	-8,668802
15	Узел 3	44394635,219604	23442151,093067	-8,089233
16	Узел 4	44394662,633501	23442133,738633	-8,323173
17	Узел 5	44394743,785215	23442216,366242	-7,151941
18	Штуцер 5	44397561,436995	23454429,320849	-45,700277
19	Штуцер 6	44397560,319585	23454430,960589	-45,679544
20	Штуцер 7	44397560,602662	23454434,886025	-45,668991
21	Штуцер 8	44397562,137239	23454431,209034	-45,702649
22	Узел 6	44397561,317805	23454426,886085	-45,70757
23	Узел 7	44397560,021609	23454428,277379	-45,685376
24	Узел 8	44397559,976913	23454434,538202	-45,661995
25	Узел 9	44397562,718292	23454427,631421	-45,723361
26	Узел 10	44397554,701168	23454354,051881	-45,884744
27	Узел 11	44396261,884452	23448950,170676	-43,580991
28	УКПГ	44391565,910345	23451131,189662	-40,358658



# Визуализация нескольких расчетов сети

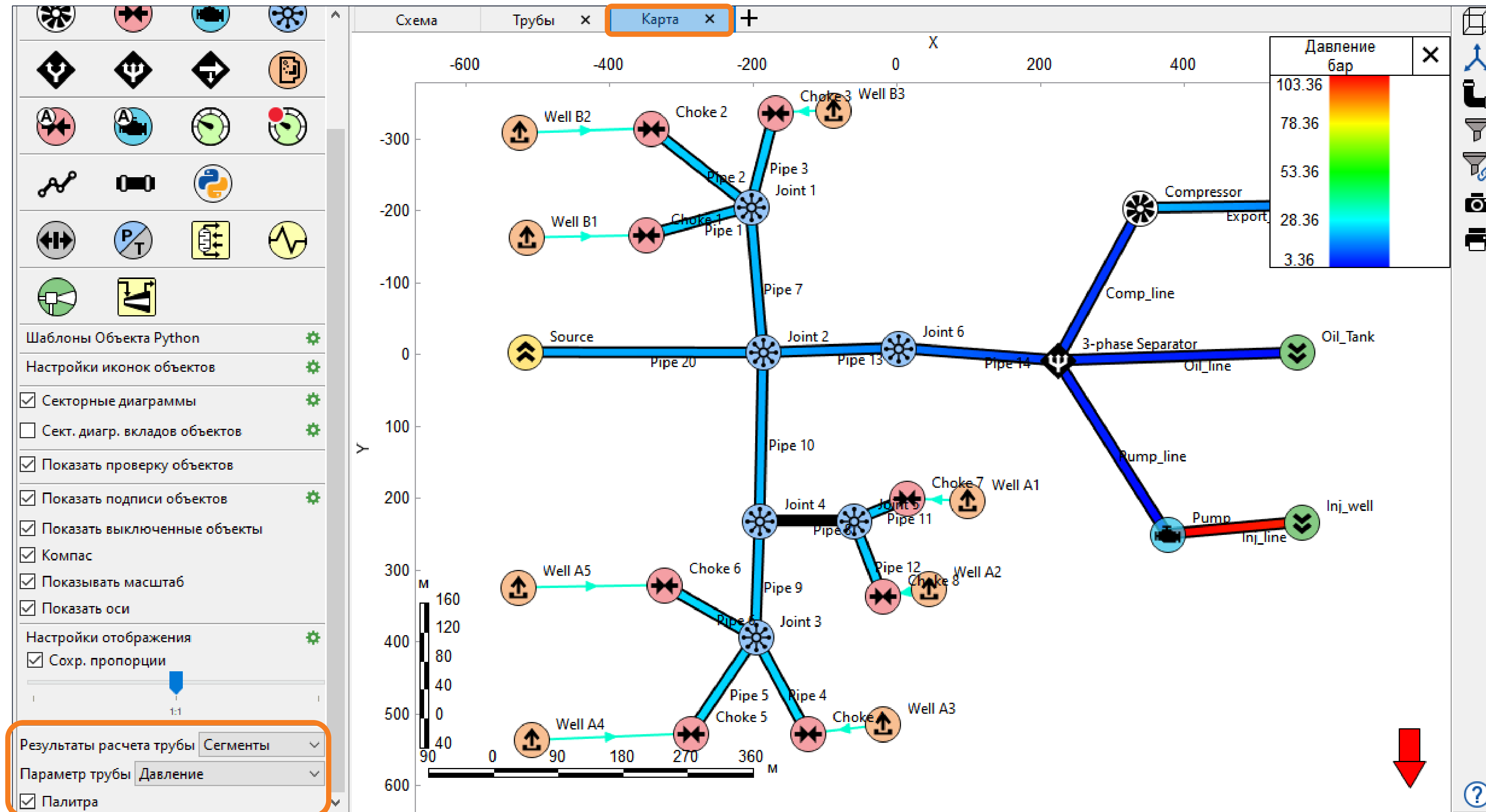
- Визуализация произвольного количества рассчитанных параметров и параметров истории на секторных диаграммах





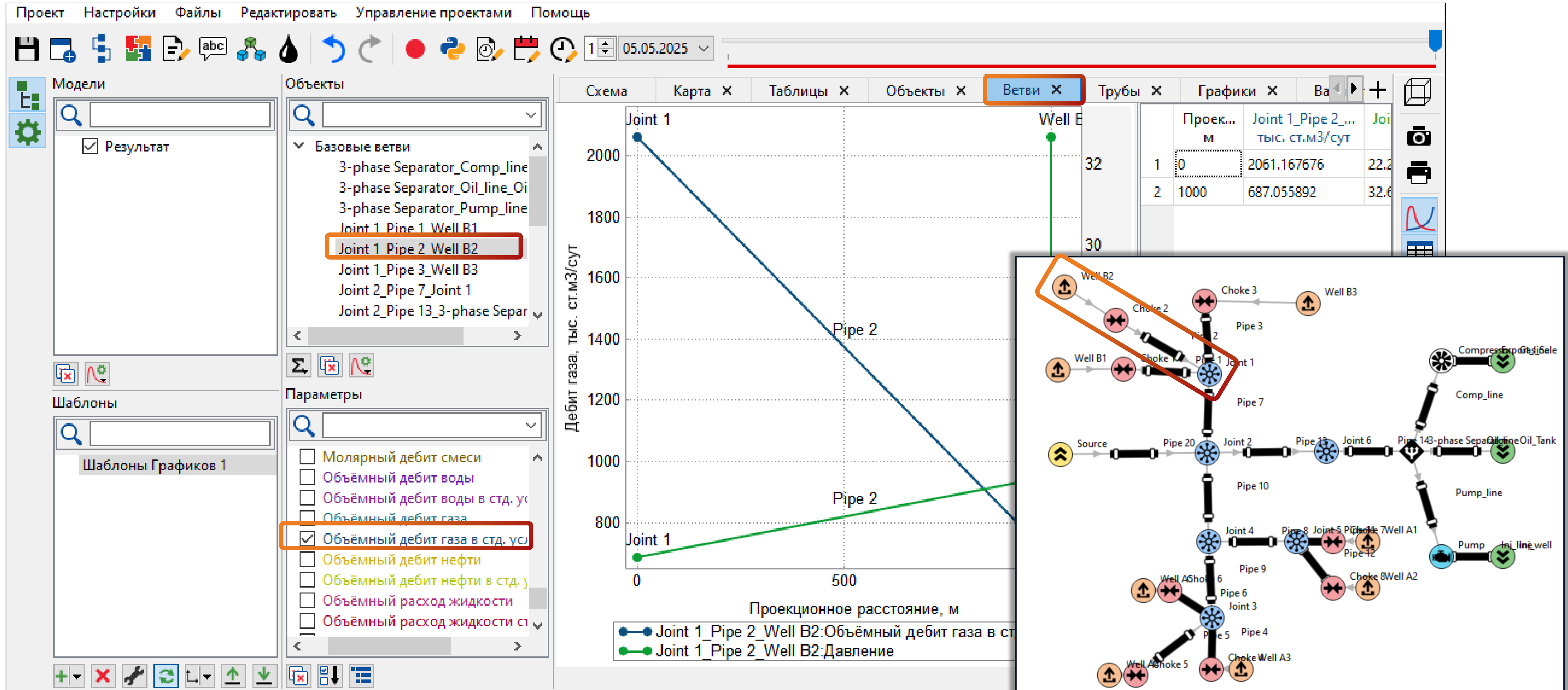
# Раскраска в режиме градиентной раскраски

- Возможность отображения результатов расчета с помощью градиентной раскраски труб



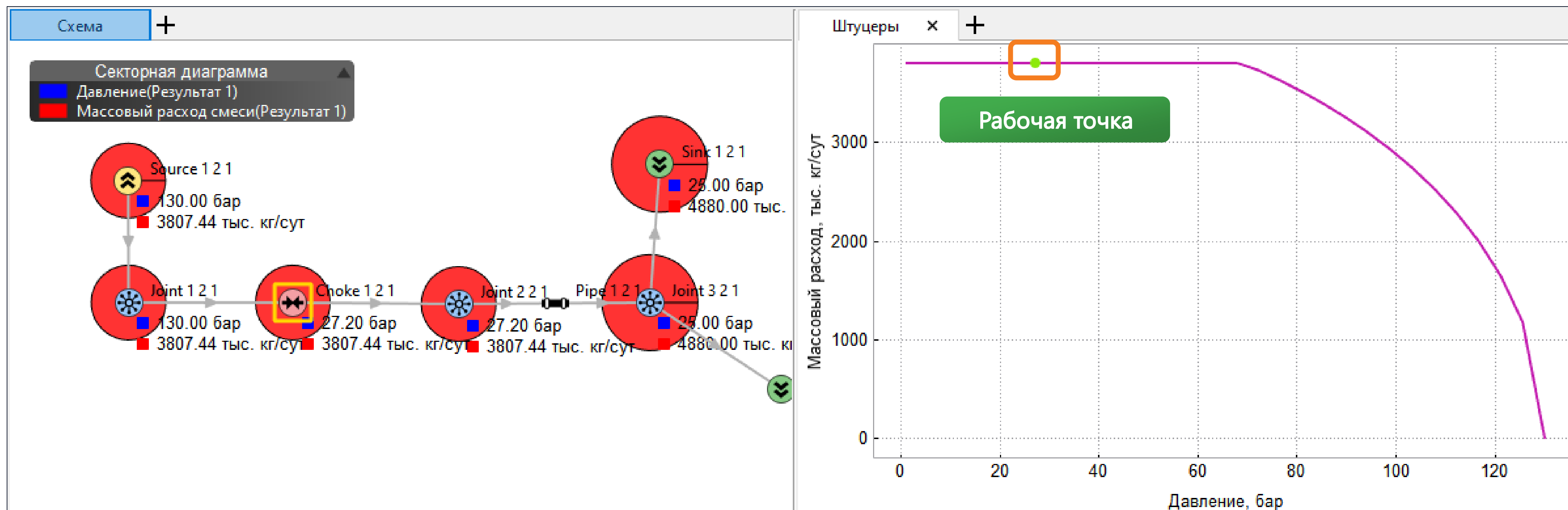
# Вкладка Ветви

- Распределение параметров вдоль выбранной ветви



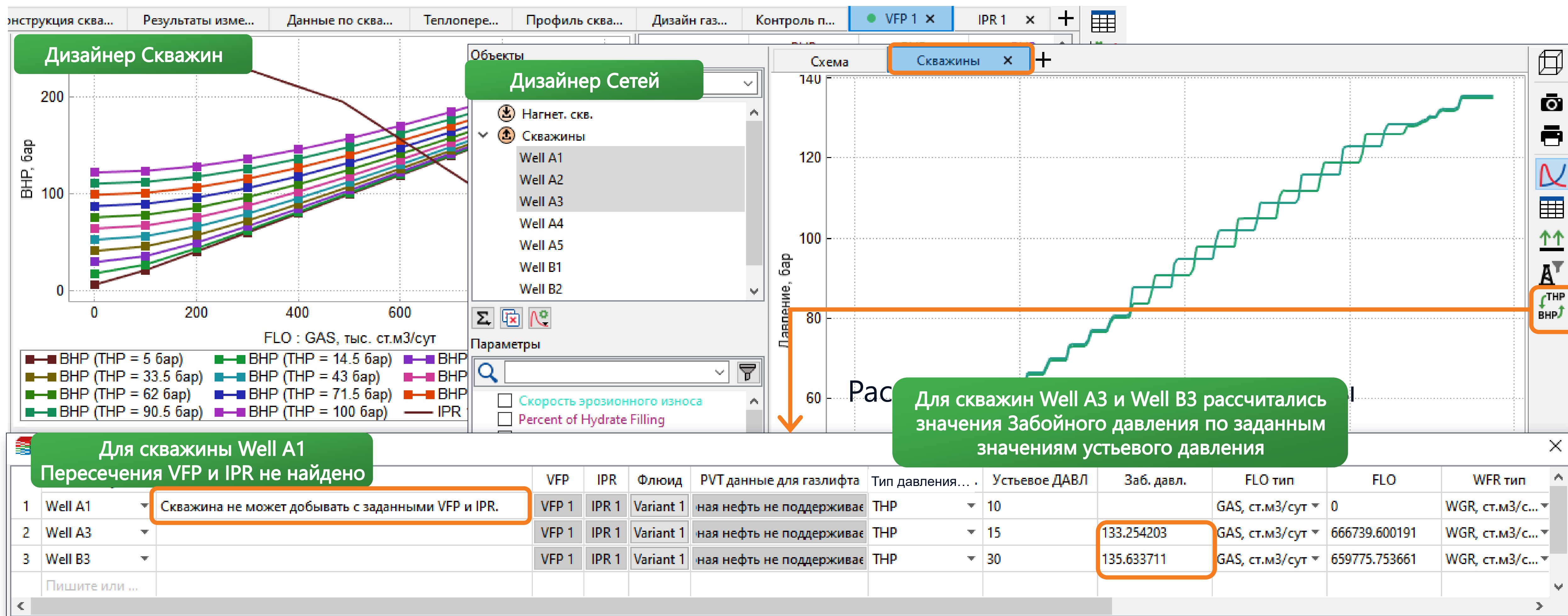
# Вкладка Штуцеры

- Визуализация графиков дебитов всех штуцеров в проекте в координатах **дебит – выходное давление и температура с рассчитанной рабочей точкой**, используя параметры штуцера на заданный временной шаг



# Вкладка Скважины

- Визуализация графиков распределения рассчитанных параметров всех скважин в проекте и расчет рабочей точки для добывающих скважин



# Вкладка Объекты

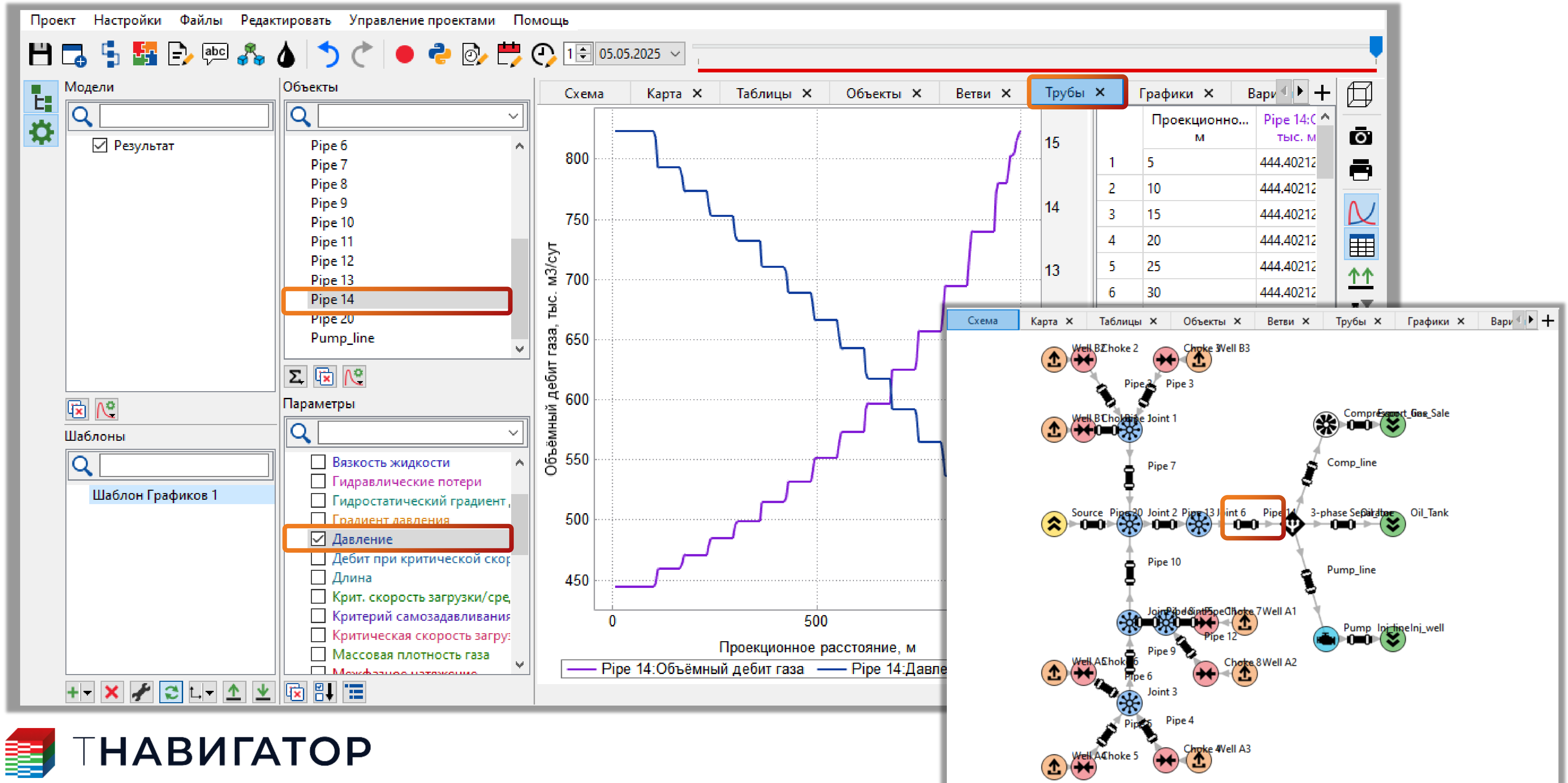
- Значения выбранного параметра для каждого объекта представлены в виде таблицы

The screenshot shows the 'Objects' tab in a software application. The interface includes a menu bar at the top with options like 'Проект', 'Настройки', 'Файлы', 'Редактировать', 'Управление проектами', and 'Помощь'. Below the menu is a toolbar with various icons. On the left, there is a tree view of project components, including 'Группы перфораций', 'Детандеры', 'Источники', 'Клапаны', 'Компрессоры', 'Линейные сепараторы', 'Мастер-ограничения', 'Нагнет. скв.', 'Насосы', 'Объект Python', 'Ограничения', 'Продуктивные пласты', 'Разделители', 'Ректификационные колонны (FUG)', 'Скважины', 'Стоки', 'Теплообменники', 'Трубы', 'Узлы', 'Устройства Т и Р', 'Штуцеры', and 'Эжекторы'. The central panel displays a list of parameters with checkboxes, where 'Массовая плотность воды' is selected. The right panel shows a table with the following data:

Scheme	Активность, Результат	Давление, бар, Результат	Массовый деб..., кг/сут, Результат	Массовая пло..., кг/м3, Результат	Массовая дол..., Результат
3-phase Separator	1	8	9.01777e+06	999.29	0.11764
Choke 1	1	23.9905	1.05108e+06	999.921	0.146888
Choke 2	1	23.9905	1.05108e+06	999.921	0.146888
Choke 3	1	23.9905	1.05108e+06	999.921	0.146888
Choke 4	1	25.0838	1.10401e+06	999.964	0.102937
Choke 5	1	25.0838	1.10401e+06	999.964	0.102937
Choke 6	1	25.0838	1.10401e+06	999.964	0.102937
Choke 7	1	24.0534	1.10634e+06	999.923	0.102875
Choke 8	1	24.0534	1.10634e+06	999.923	0.102875
Comp_line	1	8.35967	6.49256e+06	999.304	0
Compressor	1	21.3597	6.49256e+06	999.817	0
Export_line	1	15	6.49256e+06	999.566	0
Gas_Sale	1	15	6.49256e+06	999.566	0
Inj_line	1	100	1.16997e+06	1002.93	0
Inj_well	1	100	1.16997e+06	1002.93	0
Joint 1	1	22.0109	3.15325e+06	999.842	0.146717

# Вкладка Трубы

- Распределение параметров вдоль выбранной трубы





# Вкладка Графики

- Изменение параметров во времени для выбранного объекта

Проект    Настройки    Файлы    Редактировать    Управление проектами    Помощь

0    01.03.2013

Модели    Объекты

Результаты Дизайне  
 Result History

PROD 6  
 PROD 7  
 PROD 8  
 PROD 9  
 WSW 1  
 WSW 2  
 WSW 3

Шаблоны  
 Шаблон Графиков 1

Параметры

Давление  
 Диаметр автоштуцера  
 Забойное давление  
 Массовая доля воды  
 Массовая доля воды ст  
 Массовая доля газа  
 Массовая доля газа ст.  
 Массовая доля жидког

Схема    Карта ×    Объекты ×    Ветви ×    Трубы ×    **Графики ×** +

Массовый расход, тыс. кг/сут

Дата	result:PROD 9: Массовый расход, тыс. кг/сут	result:PROD 9: Давление
01.06.2013	690.30541	14.875
09.06.2013	622.092559	14.536
19.06.2013	564.882456	14.178

— result:PROD 9: Массовый дебит  
 — result:PROD 9: Давление  
 ● Result History: PROD 9: Массовый дебит  
 ● Result History: PROD 9: Давление

Секторная диаграмма  
 Давление  
 Объемный дебит нефти в std. усл.

WATER

ГАС

OIL

PROD 1-9

WSW 1-4

Pump 1, 2

Joint 1-8

Pipe 1-23

Separator

# Полезные опции

# Множественное редактирование параметров объектов

The interface shows a table of well parameters for a set of wells (Well A1 through Well B2). The table is divided into sections: 'Скважина' (Well), 'Объёмный расход (std.усл.)' (Volume flow rate (std. cond.)), and 'Удельный расход' (Specific consumption). The 'Скважина' section includes parameters like status, temperature, frequency, and diameter. The 'Объёмный расход' section includes GFR and WCUT values. The 'Удельный расход' section includes WCUT values.

Two detailed views are shown to the right, illustrating how to edit parameters for the selected wells:

- Изменить все (Change all):** This view shows a single set of parameters for the entire selected set of wells. For example, the 'Имя' (Name) field is set to 'Well A1, Well A2, Well A3, Well A4, Well A5...'. This view is used for applying the same change to all selected objects.
- Изменить каждый (Change each):** This view shows individual parameters for each well in the set. For example, the 'Имя' field is set to 'Well A1, Well A2, Well A3, Well A4, Well A5...'. This view is used for applying different changes to different objects in the set.

Orange arrows indicate the flow of information from the table to the detailed views. A green box labeled 'Изменить все' is positioned below the table, and another green box labeled 'Изменить каждый' is positioned below the detailed view on the right.

# Менеджер проектов

- Менеджер проектов – диалоговое окно, в котором можно создавать и работать с одним или несколькими проектами того или иного модуля

Скриншот интерфейса менеджера проектов. В центре внимания диалоговое окно 'Дерево проекта', которое отображает структуру проектов и список скважин.

В диалоговом окне 'Дерево проекта' отображены следующие данные:

Проект	Статус	Комментарий
Проект сети		
inj_network	●	
Проект PVT		
PVT Data		
Imported PVT SUBSURFACE_MODEL		
Проекты скважин		
INJ 1 (для скважины: INJ 1)	●	
INJ 2 (для скважины: INJ 2)	●	
INJ 3 (для скважины: INJ 3)	●	
INJ 4 (для скважины: INJ 4)	●	
PROD 1 (для скважины: PROD 1)	●	
PROD 2 (для скважины: PROD 2)	●	
PROD 3 (для скважины: PROD 3)	●	
PROD 4 (для скважины: PROD 4)	●	
PROD 5 (для скважины: PROD 5)	●	
PROD 6 (для скважины: PROD 6)	●	
PROD 7 (для скважины: PROD 7)	●	
PROD 8 (для скважины: PROD 8)	●	
PROD 9 (для скважины: PROD 9)	●	
WSW 1 (для скважины: WSW 1)	●	

В нижней части диалогового окна присутствуют кнопки:  Только использованные в проекте, , , .

# Редакторы Дизайнера Сетей

В Дизайнере Сетей существует возможность изменения настроек оборудования на разные даты, что позволяет учесть зависимость параметров от времени. Для этого используются следующие Редакторы Дизайнера Сетей:

- Редактор действий Python
- Редактор истории
- Редактор температуры окружающей среды
- Редактор событий
- Редактор временных шагов

The screenshot displays several overlapping windows from the network designer software:

- Редактор событий (Event Editor):** A table listing equipment objects and their parameters over time.
- Редактор температуры окружающей среды (Temperature Editor):** A table showing monthly average temperatures for a region.
- Редактор временных шагов (Temp Step Editor):** A list of specific dates for temperature adjustments.
- Редактор истории (History Editor):** A table showing the history of changes to equipment objects.
- Действия Python (Python Actions):** A window for defining Python scripts to automate tasks.

Объект	Вр. шаг	Статус	Шеро...	Внутре...	Теплоп...	Температура ...	Толщин...	Глуби...	Тип корреляции	Козф...	Козфф. коррекции трения	Исп. инерцио...	Козфф. i
Pipe 2	27.02.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	1.170868	<input type="checkbox"/>	24
Pipe 1	27.02.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	0.872111	<input type="checkbox"/>	24
Pipe 3	27.02.2024	Активный	2e-05	0.07	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	0.920095	<input type="checkbox"/>	24
Pipe 5	27.02.2024	Активный	2e-05	0.06	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	1.074074	<input type="checkbox"/>	24
Pipe 4	27.02.2024	Активный	2e-05	0.06	40	НЕ ЗАДАНО	0.015	0	Korr. Beggs-...	1	1.091722	<input type="checkbox"/>	24

Месяц	Температура (С)
Январь	-25
Февраль	-30
Март	-10
Апрель	-5
Май	10
Июнь	20
Июль	30
Август	26
Сентябрь	15
Октябрь	5
Ноябрь	0
Декабрь	-10

Дата
26.04.2024
26.05.2024
26.06.2024
26.07.2024
26.08.2024
26.09.2024
26.10.2024
26.11.2024
26.12.2024
26.01.2025
26.02.2025
26.03.2025
26.04.2025
26.05.2025

Объект	Дата
Source 1	27.02.2024
Source 2	27.02.2024
Source 3	27.02.2024

```
#Use class instance 'compressor' for this action.
#Example:
#name=compressor.name()
#compressor.set_active(True)
from openpyxl import load_workbook
var = get_compressors()
#compressor.set_pressure_ratio(1.2)
fn = r'c:\models\ND\A
#Load in the workbook
wb = load_workbook(fn)
print(wb.get_sheet_name)
sheet = wb.get_sheet_name
var1 = sheet.cell(row=1, col=1)
var2 = date()
#print(compressor.res)
#sheet.cell(row=1, col=1)
for i in range(1, 4):
    var1 = sheet.cell(row=i, col=1)
    var2 = sheet.cell(row=i, col=2)
    if var1 == date():
        compressor.set_active(True)
        print(var1)
        print(var2)
#wb.save_workbook(fn)
#print(var1)
#print(var2)
```

# APPLYSCRIPT в Python API

- В интегрированных моделях имеется возможность запускать скрипты APPLYSCRIPT в Python API с помощью функции `launch_applyscript()`

The screenshot displays the 'Действия Python' (Python Actions) window. The 'Скрипты' (Scripts) pane on the left shows 'Action 1' selected. The main editor contains a Python script with the following code:

```
1 sinks := .get_sinks()
2
3 result := .launch_applyscript.(function_name :=
4 "func", .code := "def func():\nreturn {'wgpr':
5 {'w1': wgpr[get_well_by_name('W1')]}")
6
7 print.(result)
8
9 for sink_name, sink_object in sinks.items():
10     → if (sink_
11     → → print
12     sink_object.re
13     → → print
14     sink_object.re
15     → → print
16     sink_object.re
```

The search bar on the right contains 'lau', and the search results show 'Функции Python API' (Python API Functions) with 'launch\_applyscript()' highlighted.

The bottom pane shows the execution results for 'Action 1':

```
----- Action 1 -----
{'wgpr': {'W1': 1273165.4327093144}}
Sink pressure result = 723.188688651046
Sink temperature result = 60.00800000000001
Sink solubility result = 9.090792311590409e-05
Sink rate 0 result = 1.5384224253756935
Sink spec_gravity WAT result = 0.06225243430128028
Sink density WAT result = 3.8862925142433777
Sink viscosity WAT result = 0.95
```

The graph on the right shows 'Дебит жидкости, ст.м3/сут' (Liquid flow rate, st.m3/day) over time from 22.05.2011 to 25.05.2011. The flow rate increases in steps: 0.005 on 22.05.2011, 0.008 on 23.05.2011, and 0.010 on 24.05.2011. The legend indicates 'Месторождение' (Field) and 'Дебит жидкости' (Liquid flow rate).

# Workflow

- Создание и расчет модели поверхностной сети

The screenshot displays the software interface for creating and calculating a surface network model. The interface is divided into several panels:

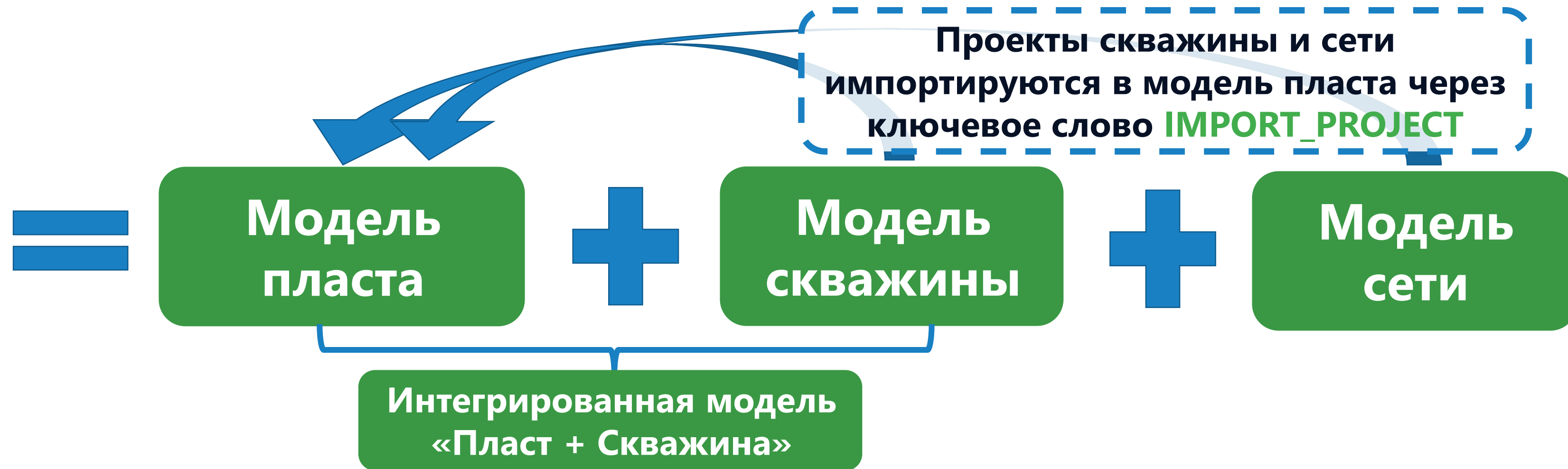
- Workflow projects:** A tree view on the left showing various project types like "Проект сети", "standalone\_network", "Projects\_Event", "New project", "Проекты скважин", "Well project", "Проект PVT", "PVT project", and "Проект ОФП".
- Available calculations:** A list of actions under "Утилиты" and "Общие", including "Запустить расчёт модели сети" (highlighted in red).
- Variable models table:** A table with 12 rows and 2 columns. The second column lists actions, with the last row "Запустить расчёт модели сети" highlighted in red.
- Variable models panel:** A panel on the right with tabs for "Схема", "Карта", "Объекты", "Ветви", and "Трубы". The "Схема" tab is active, showing a "Секторная диаграмма" (Sector diagram) for "Давление" (Pressure).
- Schematic diagram:** A network diagram showing nodes (Sink1, Joint1, S2, S3, S1) and pipes (Pipe1, Pipe2, Pipe3, Pipe4). Each node is labeled with "40,00 Бар".

# Интеграция



# Интегрированная модель «Пласт-Скважина-Сеть»

Интегрированная модель «Пласт-Скважина-Сеть»



**Единый проект tНавигатор**

Симулятор решает единую систему уравнения полностью неявно

**Единая PVT модель:**

- PVT Дизайнер
- Черная нефть
- Композиционная
- Термическая

**Гидродинамическая модель пласта: Дизайнер Моделей**

**Поверхностная сеть: Дизайнер Сетей**

**Модели скважин: Дизайнер Скважин**

# Схема интеграции проектов

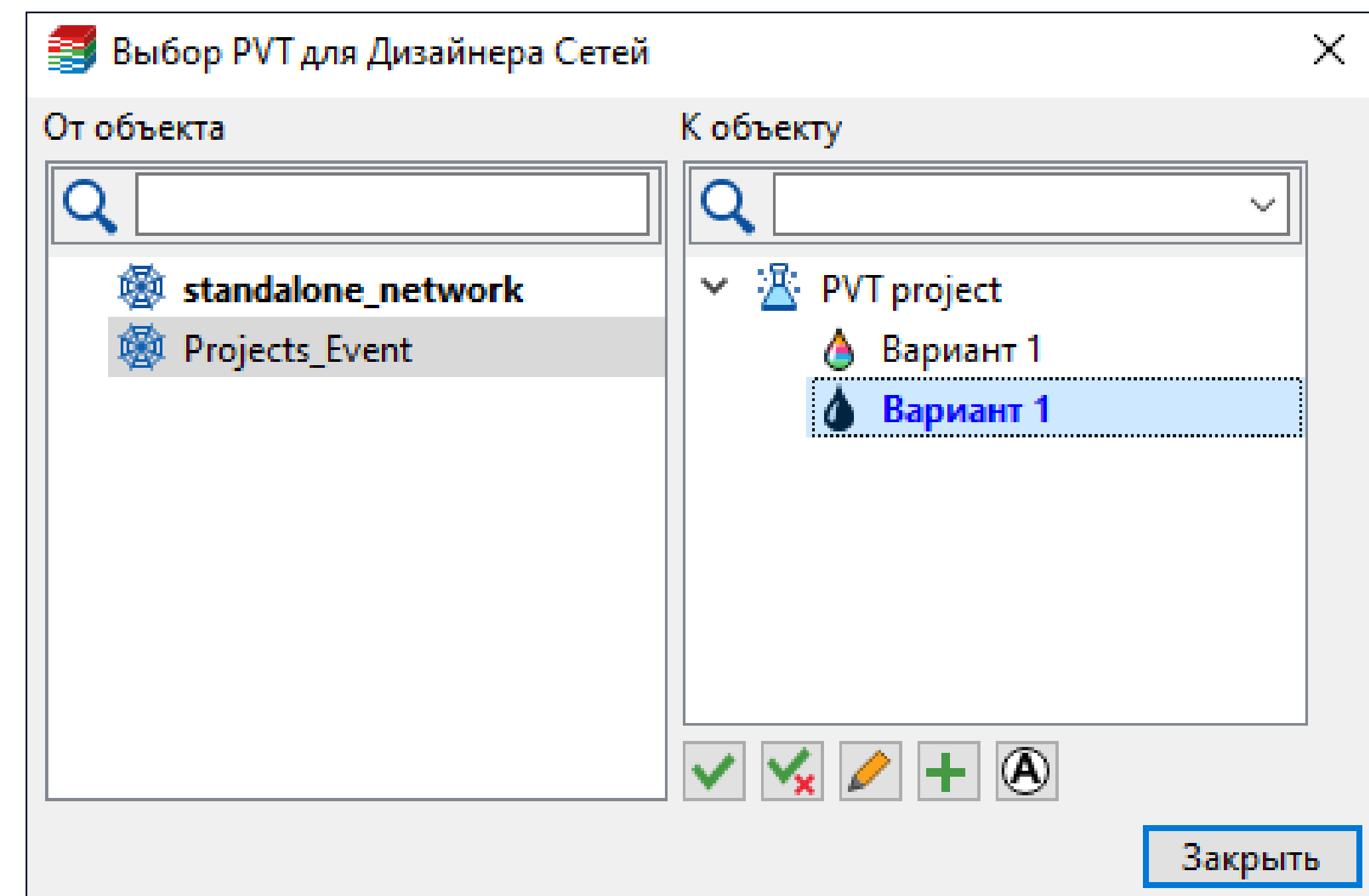
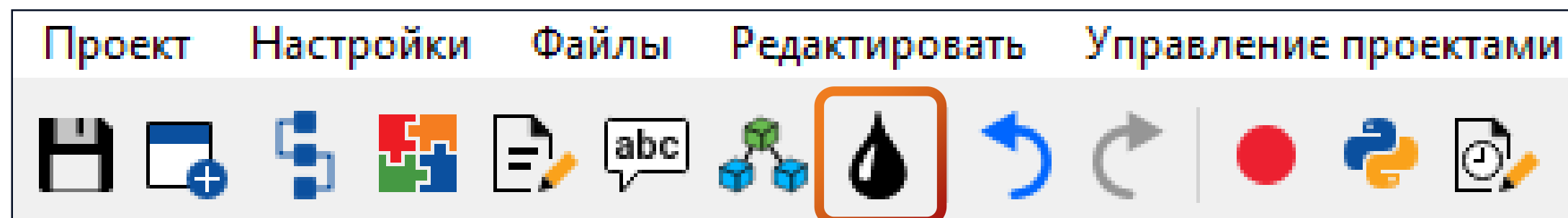


# Интеграция с PVT Дизайнером

- Дизайнер Сетей интегрирован с PVT Дизайнером через окно **Выбор PVT для Дизайнера Сетей**
- Возможность использования ранее созданных PVT проектов

PVT модель 

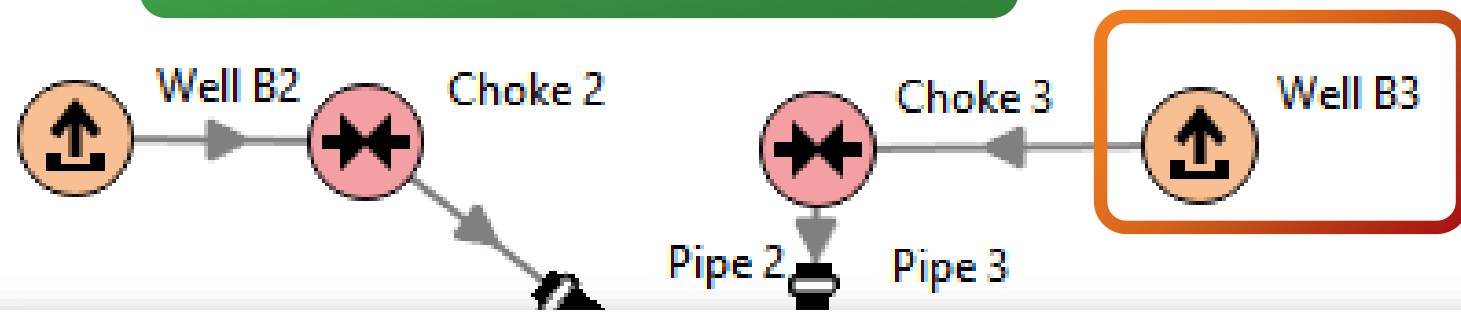
- Черная нефть
- Композиционная
- Термическая
- Моделирование температурных эффектов



# Интеграция с Дизайнером Скважин

- Гидростатика & Расчет потерь давления в динамике

Поверхностная сеть



Well B3	
Скважина	
Имя	Well B3
Статус	Активный
Температура, C	20
Частота ЭЦН, Гц	
Кэфф. эксплуатации скважины	1
Диаметр устья, м	
Тип контроля по фазе	
Макс. скорость	
Режим объекта	Только Сеть
Модель Reservoir Coupling	Не задано
IPR	Well project: IPR 1
VFP	Well project: VFP 1
Объёмный расход (стд.усл.)	
GFR	GOR
Значение, ст.м3/ст.м3	4000
WFR	WCUT
Значение, ст.м3/ст.м3	0.3



Выбор IPR для объектов сети

От объекта

К объекту

standalone\_network

- Скважины
  - Well A1
  - Well A2
  - Well A3
  - Well A4
  - Well A5
  - Well B1
  - Well B2
  - Well B3

IPR кривые

Выбор VFP для объектов сети

От объекта

К объекту

standalone\_network

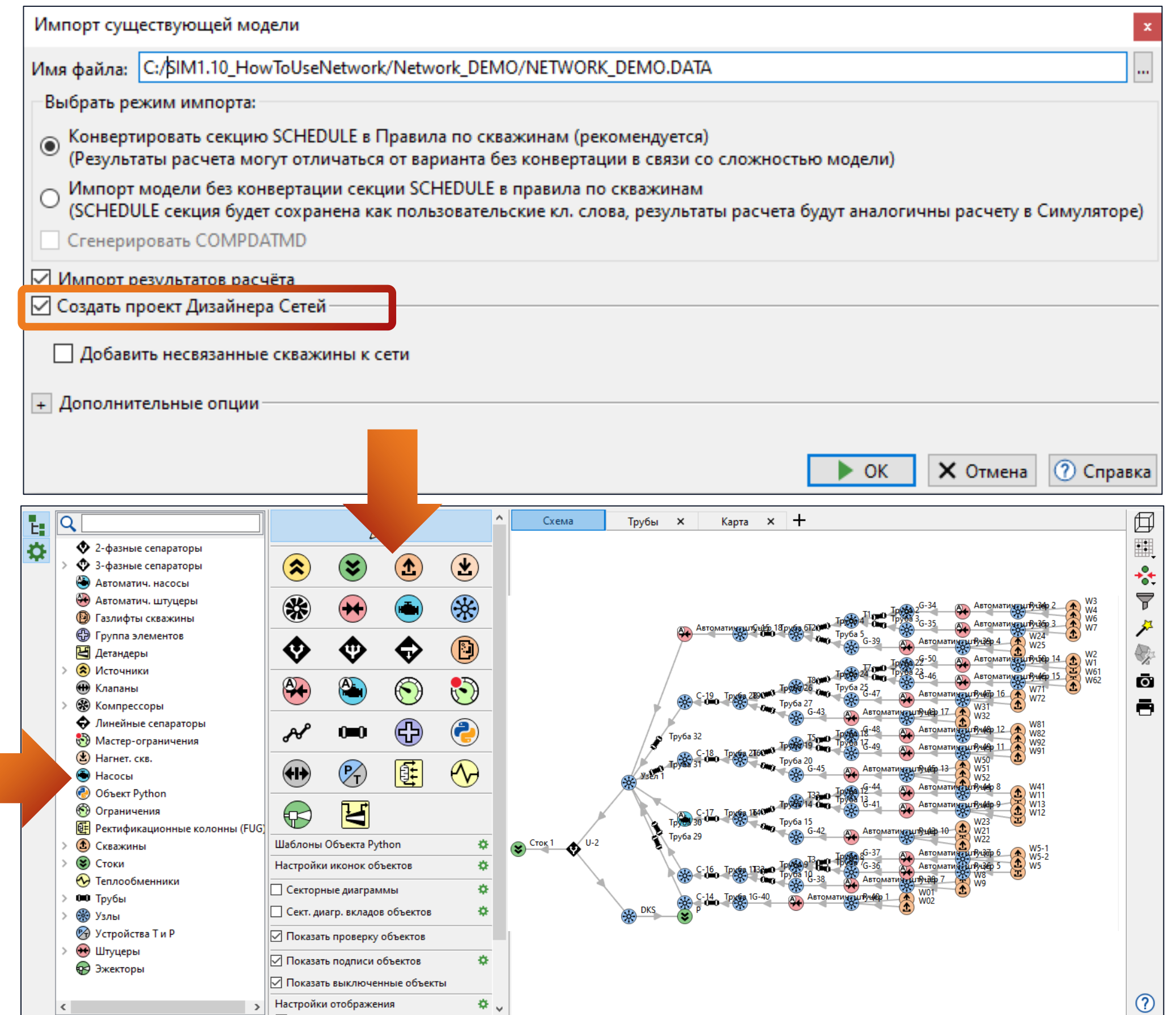
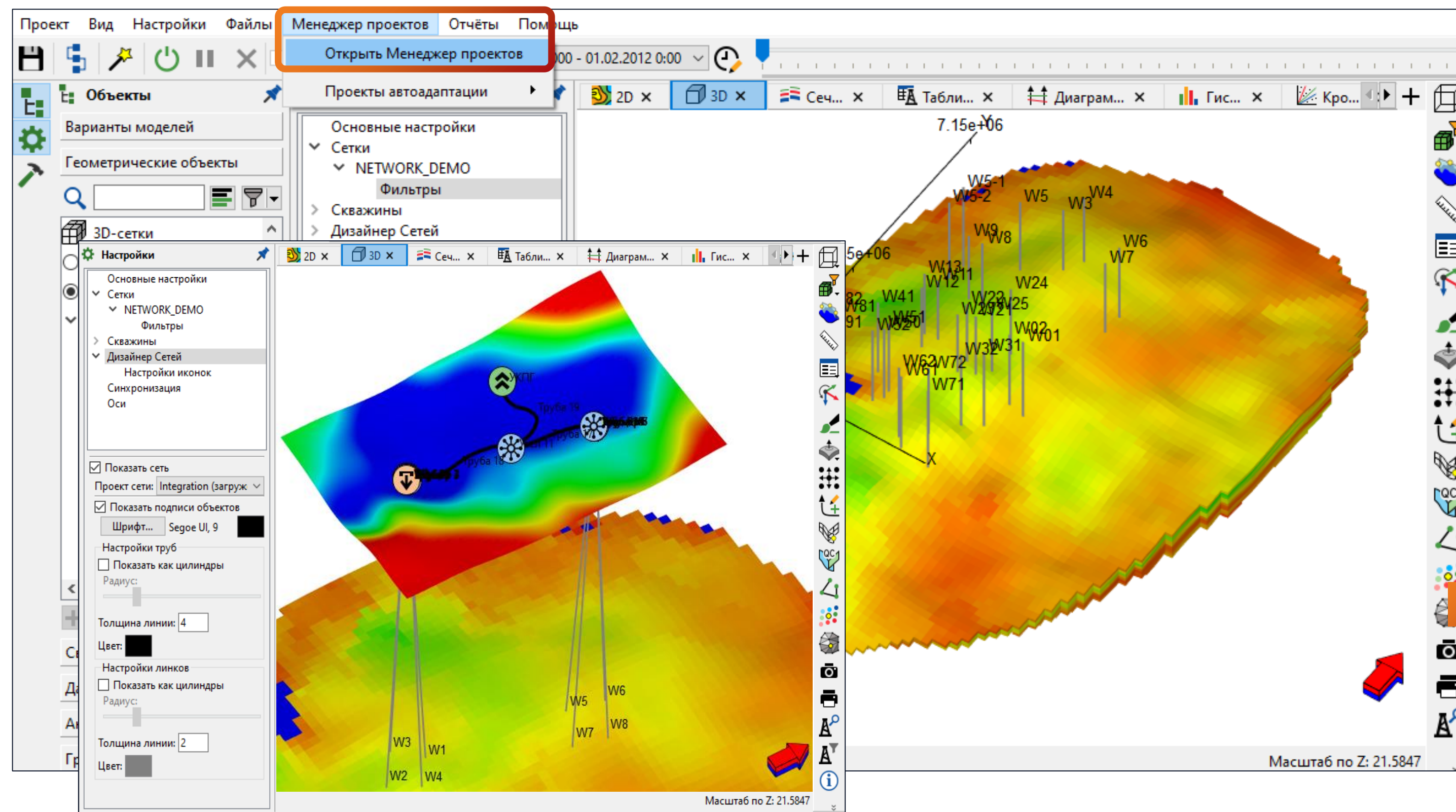
- Скважины
  - Well A1
  - Well A2
  - Well A3
  - Well A4
  - Well A5
  - Well B1
  - Well B2
  - Well B3
- Трубы
- Штуцеры
- Насосы
- Компрессоры

VFP кривые

Редактировать...  
Вставить объект  
Удалить Del  
Вырезать Ctrl+X  
Копировать Ctrl+C  
Вставить Ctrl+V  
Отвязать  
Группировать  
Деактивировать  
Обход объекта  
Удалить из фильтра  
Создать проект трубы в Дизайнере Скважин  
Открыть Редактор событий  
Редактировать действие Python  
Подогнать размер  
Выбрать все объекты

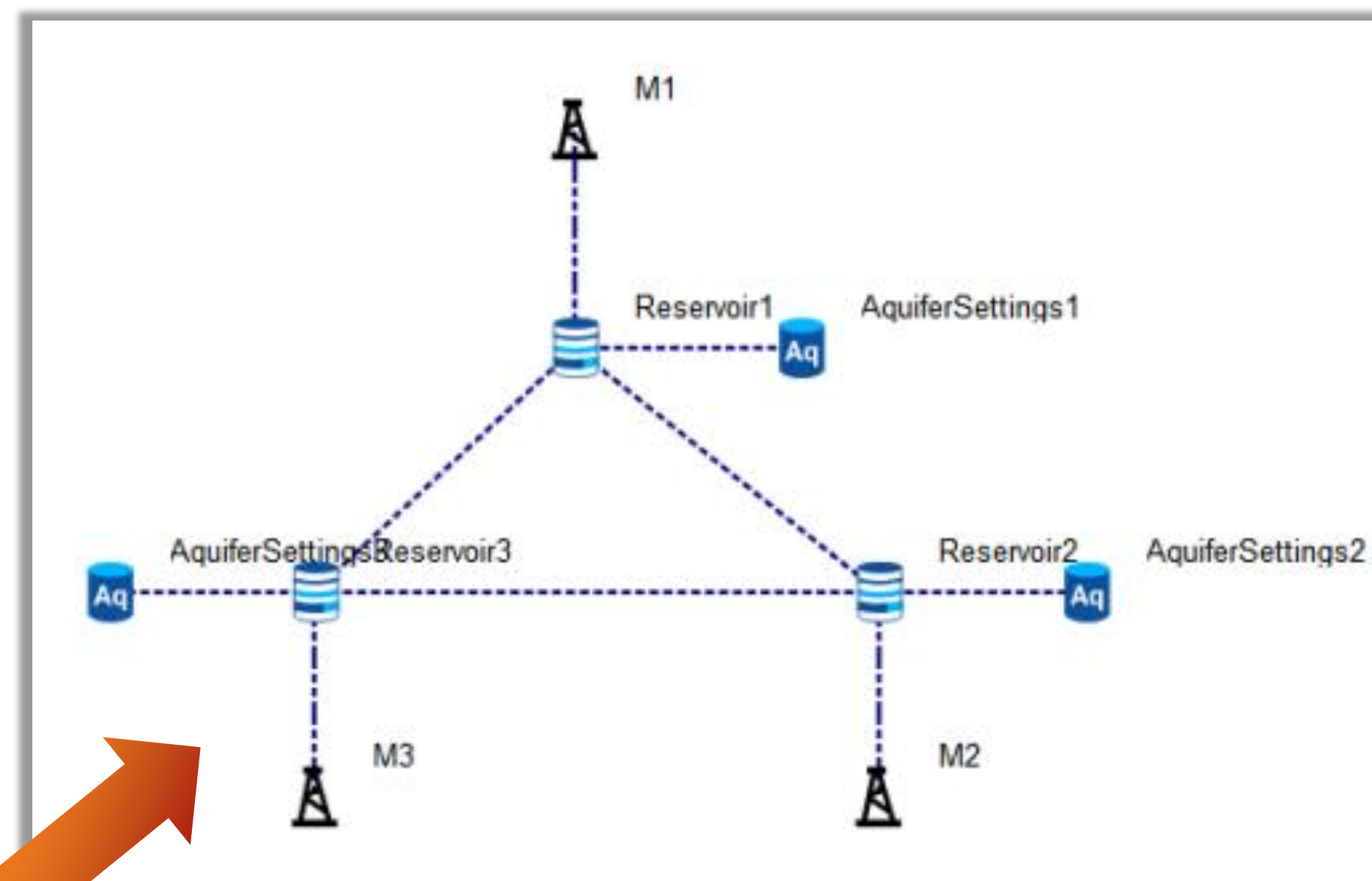
# Интеграция с Дизайнером Моделей

- При загрузке в Дизайнер Моделей гидродинамической модели с опцией NETWORK создается проект Дизайнера Сетей с поверхностной сетью
- При загрузке в Дизайнер Моделей гидродинамической модели создается проект Дизайнера Сетей с инициализированными скважинами и синхронизированными временными шагами

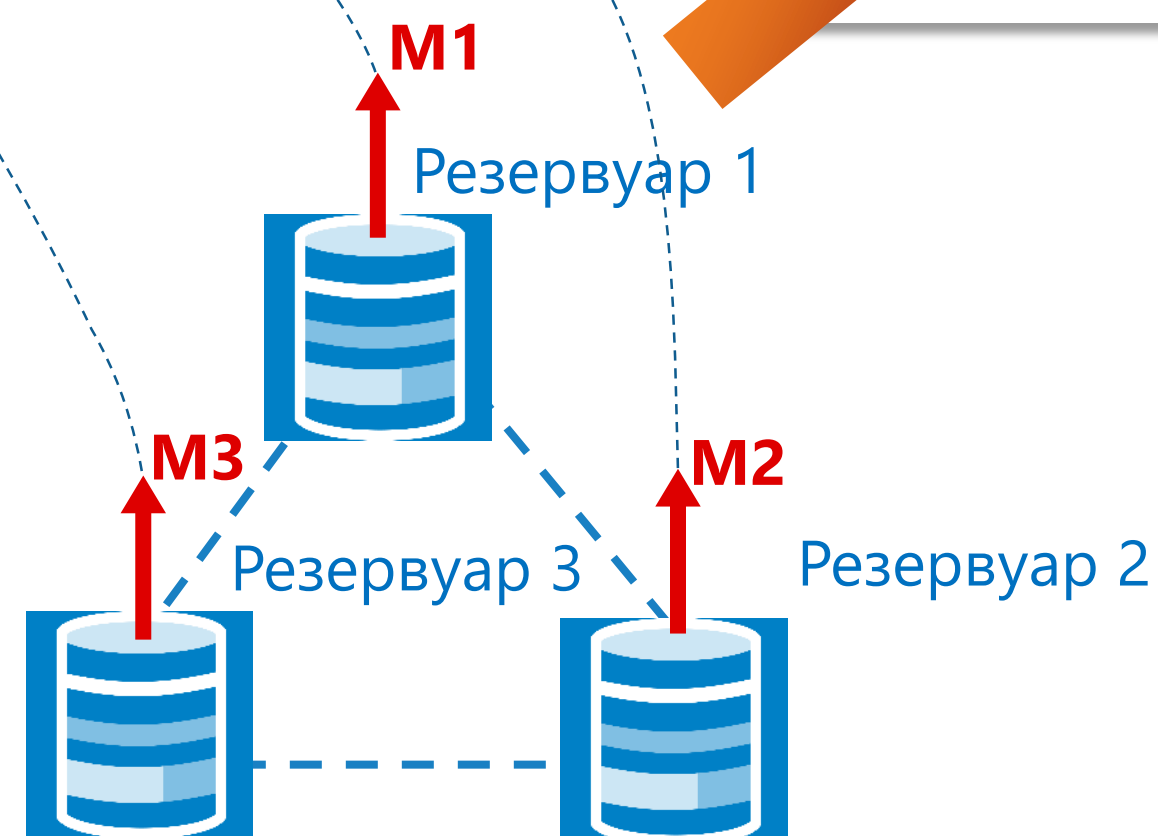


# Интеграция с МатБалансом

- Создание интегрированных моделей «пласт-скважина-система сбора», где используется упрощенная модель пласта – модель МатБаланса, и расчет прогнозных вариантов



Единая модель флюида



# Хотите узнать больше?

Описание функционала, учебные курсы и видеоуроки доступны на сайте:

[irmodel.ru](http://irmodel.ru)

# Остались вопросы?

Обратиться в техническую поддержку:

[tnavigator@irmodel.ru](mailto:tnavigator@irmodel.ru)

