



# БАЗИС

## БАЗИС.ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

|                  |            |
|------------------|------------|
| Версия продукта  | 1.1.08     |
| Версия документа | 1.8        |
| Дата             | 25.08.2026 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ .....                 | 7  |
| 1. НАЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА .....              | 14 |
| 2. ПЛАТФОРМЕННЫЕ ФУНКЦИИ .....             | 15 |
| 2.1. НАЧАЛО РАБОТЫ.....                    | 15 |
| 2.1.1. ВХОД В СИСТЕМУ .....                | 15 |
| 2.1.2. ЭЛЕМЕНТЫ ОКНА АВТОРИЗАЦИИ.....      | 15 |
| 2.1.3. РЕЗУЛЬТАТ АВТОРИЗАЦИИ .....         | 16 |
| 2.1.4. ВОЗМОЖНЫЕ СООБЩЕНИЯ .....           | 17 |
| 2.1.5. ВЫХОД ИЗ СИСТЕМЫ .....              | 17 |
| 2.2. ГЛАВНЫЙ ЭКРАН.....                    | 18 |
| 2.2.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....           | 18 |
| 2.2.2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ.....         | 19 |
| 2.2.3. ТИПОВЫЕ СЦЕНАРИИ НАЧАЛА РАБОТЫ..... | 24 |
| 2.3. СИСТЕМНЫЕ СОСТОЯНИЯ И СООБЩЕНИЯ ..... | 24 |
| 2.4. ПРИЛОЖЕНИЯ.....                       | 26 |
| 2.4.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....           | 26 |
| 2.4.2. ПОРЯДОК ОТКРЫТИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ .....   | 26 |
| 2.4.4. ЭЛЕМЕНТЫ КАТАЛОГА .....             | 26 |
| 2.4.5. СОСТАВ КАТАЛОГА .....               | 28 |
| 2.5. МЕНЮ ПРОФИЛЯ .....                    | 30 |
| 2.5.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....           | 30 |
| 2.5.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С МЕНЮ ПРОФИЛЯ.....  | 31 |
| 2.5.3. УПРАВЛЕНИЕ АВАТАРОМ.....            | 31 |
| 2.5.4. ЭЛЕМЕНТЫ МЕНЮ ПРОФИЛЯ .....         | 32 |
| 2.5.5. ДОСТУП К API.....                   | 33 |
| 2.6. ПРОЕКТЫ.....                          | 35 |
| 2.6.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....           | 35 |
| 2.6.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ .....     | 36 |
| 2.6.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА ПРОЕКТОВ .....     | 37 |
| 2.7. РАСЧЕТЫ .....                         | 38 |
| 2.7.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....           | 38 |
| 2.7.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ .....     | 39 |
| 2.7.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА ЗАПУСКОВ.....      | 39 |
| 3. ПРИЛОЖЕНИЕ «ТЕХНОЛОГИЯ».....            | 42 |
| 3.1. ОБЩИЕ ФУНКЦИИ ПРИЛОЖЕНИЯ .....        | 42 |
| 3.1.1. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ .....        | 42 |

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 3.1.2. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЕКТА.....                | 45  |
| 3.1.3. СПРАВКА .....                                 | 49  |
| 3.1.4. РАБОТА С ГРАФИКАМИ .....                      | 52  |
| 3.2. РЕЕСТР ПРОЕКТОВ .....                           | 53  |
| 3.2.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....                     | 53  |
| 3.2.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ .....               | 54  |
| 3.2.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА ПРОЕКТОВ .....               | 56  |
| 3.2.4. ОКНА СОЗДАНИЯ И ЗАГРУЗКИ.....                 | 59  |
| 3.3. ПАРАМЕТРЫ ПРОЕКТА .....                         | 64  |
| 3.3.1. ФИКСИРОВАННЫЕ УСЛОВИЯ И ТАБЛИЦЫ ПОТОКОВ ..... | 64  |
| 3.3.2. РАЗМЕР И ЦВЕТ ИКОНОК.....                     | 66  |
| 3.3.3. ИНТЕРФЕЙС МОДЕЛИРОВАНИЯ.....                  | 67  |
| 3.4. СПИСКИ КОМПОНЕНТОВ .....                        | 69  |
| 3.4.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРОЕКТНАЯ НАВИГАЦИЯ.....         | 69  |
| 3.4.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ .....               | 70  |
| 3.4.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА .....                        | 71  |
| 3.4.4. РЕДАКТОР СПИСКА КОМПОНЕНТОВ .....             | 73  |
| 3.4.5. КАРТОЧКА КОМПОНЕНТА .....                     | 75  |
| 3.5. ПАКЕТЫ СВОЙСТВ .....                            | 79  |
| 3.5.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....                     | 79  |
| 3.5.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ .....               | 80  |
| 3.5.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА .....                        | 80  |
| 3.5.4. РЕДАКТОР ПАКЕТА СВОЙСТВ.....                  | 82  |
| 3.5.5. КОЭФФИЦИЕНТЫ БИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ .....   | 84  |
| 3.6. МЕНЕДЖЕР РЕАКЦИЙ.....                           | 88  |
| 3.6.1. РЕЕСТР РЕАКЦИЙ.....                           | 88  |
| 3.6.2. СОЗДАНИЕ РЕАКЦИИ.....                         | 90  |
| 3.6.3. РЕДАКТОР И УЧАСТНИКИ РЕАКЦИИ .....            | 91  |
| 3.6.4. ПРОВЕРКА БАЛАНСА И ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ .....      | 92  |
| 3.7. МЕНЕДЖЕР НЕФТИ.....                             | 94  |
| 3.7.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....                     | 94  |
| 3.7.2. РЕЕСТР ГИПОКОМПОНЕНТОВ И ГРУППЫ .....         | 95  |
| 3.7.3. ЕДИНИЧНЫЙ ГИПОКОМПОНЕНТ .....                 | 99  |
| 3.7.4. СЕРИЯ ГИПОКОМПОНЕНТОВ .....                   | 101 |
| 3.7.5. РЕЕСТР АНАЛИЗОВ .....                         | 103 |
| 3.7.6. НАБОРЫ КОРРЕЛЯЦИЙ .....                       | 107 |
| 3.8. СХЕМА И РАСЧЕТ .....                            | 109 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 3.8.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ .....             | 109 |
| 3.8.2. ОСНОВНОЙ ПОРЯДОК ПОСТРОЕНИЯ И РАСЧЕТА.....            | 109 |
| 3.8.3. ЭЛЕМЕНТЫ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ.....                         | 110 |
| 3.8.4. ВИЗУАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ И ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ.....        | 112 |
| 3.8.5. ПАЛИТРА МОДЕЛЕЙ.....                                  | 115 |
| 3.8.6. ТЕКСТ И ПРЯМОУГОЛЬНИК .....                           | 120 |
| 3.8.7. КОНТЕКСТНОЕ МЕНЮ ОБЪЕКТА .....                        | 123 |
| 3.8.8. УДАЛЕНИЕ ОБЪЕКТА СО СХЕМЫ .....                       | 124 |
| 3.8.9. ТАБЛИЦЫ ПОТОКОВ И КАРТОЧКА МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА ..... | 125 |
| 3.8.10. ПАНЕЛЬ «СООБЩЕНИЯ» .....                             | 128 |
| 3.8.11. ПАНЕЛЬ «ХОД РАСЧЕТА» .....                           | 129 |
| 3.8.12. ДЕРЕВО ОБЪЕКТОВ.....                                 | 130 |
| 3.8.13. ГРАФ РАСЧЕТА И ПАНЕЛЬ РАСЧЕТА .....                  | 132 |
| 3.8.14. АНИМАЦИЯ ПОТОКОВ И ДИАПАЗОННАЯ ОКРАСКА .....         | 136 |
| 3.8.15. ПОРТЫ ОБЪЕКТОВ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ .....          | 139 |
| 3.8.16. ВЕРСИИ И ВЕТКИ МОДЕЛИ .....                          | 145 |
| 3.9. ПОТОКИ .....                                            | 147 |
| 3.9.1. РЕДАКТОР.....                                         | 147 |
| 3.9.2. РЕЖИМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ВХОДНЫХ ДАННЫХ.....                | 148 |
| 3.9.3. СПЕЦИФИКАЦИИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ.....        | 150 |
| 3.9.4. ОСНОВНОЙ ПОРЯДОК ЗАДАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА.....    | 151 |
| 3.9.5. ВВОД И НОРМАЛИЗАЦИЯ СОСТАВА .....                     | 152 |
| 3.9.6. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА .....                              | 153 |
| 3.9.7. ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕКТА .....                         | 157 |
| 3.9.8. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТОК .....                            | 159 |
| 3.9.9. РЕЕСТР ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ .....                           | 160 |
| 3.10. ОБОРУДОВАНИЕ .....                                     | 163 |
| 3.10.1. ОБЩАЯ СТРУКТУРА РЕДАКТОРА ОБОРУДОВАНИЯ .....         | 163 |
| 3.10.2. СОСТОЯНИЯ И ОБЩИЕ ФУНКЦИИ ОБЪЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ.....  | 164 |
| 3.10.3. КОМПРЕССОР .....                                     | 165 |
| 3.10.4. НАСОС .....                                          | 173 |
| 3.10.5. ДЕТАНДЕР .....                                       | 176 |
| 3.10.6. ДВУХФАЗНЫЙ СЕПАРАТОР .....                           | 178 |
| 3.10.7. ТРЕХФАЗНЫЙ СЕПАРАТОР .....                           | 180 |
| 3.10.8. КОМПОНЕНТНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ.....                        | 183 |
| 3.10.9. КОЛОННА .....                                        | 186 |
| 3.10.10. СМЕСИТЕЛЬ .....                                     | 197 |



|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 3.10.11. ДЕЛИТЕЛЬ.....                              | 199 |
| 3.10.12. НАГРЕВАТЕЛЬ .....                          | 200 |
| 3.10.13. ОХЛАДИТЕЛЬ .....                           | 202 |
| 3.10.14. АППАРАТ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ (АВО) .....  | 204 |
| 3.10.15. ТЕПЛООБМЕННИК .....                        | 209 |
| 3.10.16. МНОГОПОТОЧНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК.....           | 217 |
| 3.10.17. СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИЙ РЕАКТОР .....            | 223 |
| 3.10.18. РЕАКТОР ГИББСА .....                       | 226 |
| 3.10.19. САТУРАТОР.....                             | 228 |
| 3.10.20. КЛАПАН .....                               | 233 |
| 3.10.21. ТРУБОПРОВОД .....                          | 236 |
| 3.10.22. ЭЖЕКТОР .....                              | 244 |
| 3.11. ЛОГИЧЕСКИЕ БЛОКИ.....                         | 249 |
| 3.11.1. РЕЦИКЛ .....                                | 249 |
| 3.11.2. ЭЛЕКТРОННАЯ ТАБЛИЦА.....                    | 253 |
| 3.11.3. УСТАВКА .....                               | 260 |
| 3.11.4. ПОДБОР .....                                | 263 |
| 3.12. УТИЛИТЫ .....                                 | 267 |
| 3.12.1. НАЗНАЧЕНИЕ И РЕЕСТР АНАЛИЗОВ .....          | 267 |
| 3.12.2. СОЗДАНИЕ АНАЛИЗА.....                       | 269 |
| 3.12.3. БИНАРНАЯ ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА .....            | 269 |
| 3.12.4. ОГИБАЮЩАЯ ФАЗОВАЯ КРИВАЯ .....              | 273 |
| 3.12.5. ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕ.....                     | 275 |
| 3.12.6. ПЕРЕСЧЕТ УТИЛИТ ПОСЛЕ РАСЧЕТА СХЕМЫ .....   | 278 |
| 3.13. ИНСТРУМЕНТЫ .....                             | 280 |
| 3.13.1. НАЗНАЧЕНИЕ И РЕЕСТР ИНСТРУМЕНТОВ .....      | 280 |
| 3.13.2. СОЗДАНИЕ СЦЕНАРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....       | 281 |
| 3.13.3. НЕЗАВИСИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ .....                 | 282 |
| 3.13.4. ЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ И ЗАПУСК .....         | 283 |
| 3.13.5. РЕЗУЛЬТАТЫ И ГРАФИКИ .....                  | 285 |
| 3.13.6. ВЫГРУЗКА РЕЗУЛЬТАТОВ .....                  | 288 |
| 3.13.7. ОПТИМИЗАТОР .....                           | 289 |
| 3.14. СКРИПТЫ.....                                  | 291 |
| 3.14.1. НАЗНАЧЕНИЕ И РЕЕСТР СКРИПТОВ.....           | 291 |
| 3.14.2. РЕДАКТОР И ВСТАВКА ОБРАЩЕНИЙ К СХЕМЕ.....   | 292 |
| 3.14.3. ЯЗЫК, СПРАВКА И БЕЗОПАСНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ..... | 294 |
| 3.14.4. ПРОСТОЙ СЦЕНАРИЙ ЧТЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ .....   | 296 |

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 3.14.5. ИТЕРАЦИОННЫЙ ПОДБОР ПАРАМЕТРА ..... | 297 |
| 3.15. ОТЧЕТЫ.....                           | 299 |
| 3.15.1. НАЗНАЧЕНИЕ И РЕЕСТР ОТЧЕТОВ.....    | 299 |
| 3.15.2. СОЗДАНИЕ И ОБЩИЕ НАСТРОЙКИ .....    | 300 |
| 3.15.3. СТРУКТУРА И СОСТАВ РАЗДЕЛОВ .....   | 301 |
| 3.15.4. ПРЕДПРОСМОТР И ВЫГРУЗКА .....       | 302 |

## ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

| Термин / сокращение   | Определение                                                                                                           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Абсолютное отклонение | Модуль разности расчетного и фактического значений в выбранной единице измерения                                      |
| АВО                   | Аппарат воздушного охлаждения                                                                                         |
| Авторизация           | Проверка учетных данных пользователя и предоставление доступа к платформе                                             |
| Активная версия       | Сохраненная версия модели, состояние которой в текущий момент открыто в рабочей области                               |
| БАЗИС                 | Инженерная цифровая платформа                                                                                         |
| Боковой отбор         | Материальный поток, выводимый с промежуточной расчетной ступени колонны                                               |
| Версия модели         | Сохраненное состояние технологической схемы с именем, номером, автором, датой и необязательным описанием изменений    |
| Ветка модели          | Отдельная последовательность версий, создаваемая для самостоятельной проработки варианта или сценария                 |
| Входной порт          | Порт, через который объект получает материальный поток, энергетическое воздействие или логический сигнал              |
| Выходной порт         | Порт, через который объект передает материальный поток, энергетическое воздействие или логический сигнал              |
| ГДХ                   | Газодинамическая характеристика компрессора или детандера                                                             |
| Гидратообразование    | Образование твердых газовых гидратов при сочетании состава, температуры и давления, благоприятном для их устойчивости |
| Граф версий           | Наглядное представление сохраненных версий модели, их последовательности и ответвлений                                |
| Демпфирование         | Ограничение величины изменения очередного приближения для повышения устойчивости итерационного расчета                |
| ИМА                   | Интегрированное моделирование активов; тематическая категория приложений платформы                                    |
| ИТК                   | Истинная температура кипения; вид лабораторной кривой разгонки нефти                                                  |
| Клапан                | Расчетный объект оборудования, моделирующий изохнтальпийное дросселирование потока по заданному                       |

| Термин / сокращение             | Определение                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | перепаду давления или давлению на выходе и, при необходимости, диагностический подбор $C_v/K_v$                                                                                                                       |
| Контекстное меню                | Набор команд, который открывается правой кнопкой мыши для выбранного объекта схемы и содержит доступные для этого типа объекта операции                                                                               |
| Коэффициент $F_t$               | Поправочный коэффициент к $LMTD$ , учитывающий отличие реальной схемы движения потоков от идеального противотока                                                                                                      |
| КПД                             | Коэффициент полезного действия                                                                                                                                                                                        |
| КПД Мерфри                      | Показатель эффективности расчетной тарелки, характеризующий степень приближения изменения состава фазы к равновесному изменению на этой тарелке                                                                       |
| Криконденбар                    | Максимальное давление, при котором для заданной смеси возможно сосуществование жидкой и паровой фаз                                                                                                                   |
| Крикондентерм                   | Максимальная температура, при которой для заданной смеси возможно сосуществование жидкой и паровой фаз                                                                                                                |
| Критическая точка               | Состояние, в котором свойства жидкой и паровой фаз совпадают, а граница между фазами исчезает                                                                                                                         |
| Кубовый ребойлер                | Нижнее устройство колонны, подводящее теплоту к кубовой жидкости с формированием восходящего парового потока и кубового продукта                                                                                      |
| ЛКМ                             | Левая кнопка мыши                                                                                                                                                                                                     |
| Минимальный температурный напор | Наименьшая рассчитанная разность температур между горячими и холодными сторонами по длине многопоточного теплообменника                                                                                               |
| Начальное приближение           | Исходная оценка состояния выходного потока рецикла, с которой начинается итерационный расчет замкнутого контура                                                                                                       |
| Невязка теплового баланса       | Разность между теплом, отданным горячими сторонами, и теплом, принятым холодными сторонами, после завершения расчета                                                                                                  |
| Нормированная невязка           | Отношение абсолютного различия между рассчитанным возвратом и текущим приближением к сумме абсолютного и относительного допусков. Рецикл считается сошедшимся, если максимальная нормированная невязка не превышает 1 |
| НРХ                             | Напорно-расходная характеристика – зависимость создаваемого насосом напора от объемного расхода при заданной частоте вращения                                                                                         |

| Термин / сокращение                 | Определение                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общий коэффициент теплопередачи $U$ | Коэффициент, учитывающий суммарное сопротивление теплоотдачи со стороны потоков, теплопроводности стенки и загрязнений                                                                        |
| Объект схемы                        | Поток, оборудование, логический блок, аннотация или иной элемент технологической схемы                                                                                                        |
| Огибающая фазовой кривой            | Граница области двухфазного состояния смеси на диаграмме выбранной пары термодинамических параметров                                                                                          |
| Относительное отклонение            | Отношение абсолютного отклонения к модулю фактического значения, выраженное в процентах                                                                                                       |
| Пакет свойств                       | Набор термодинамических моделей и методов расчета свойств среды для списка компонентов                                                                                                        |
| Паровое число                       | Отношение расхода пара, возвращаемого из ребойлера в колонну, к расходу кубового продукта                                                                                                     |
| Перемычка соединительной линии      | Дугообразный участок в месте визуального пересечения линий, показывающий отсутствие соединения между ними                                                                                     |
| ПКМ                                 | Правая кнопка мыши                                                                                                                                                                            |
| Полный конденсатор                  | Верхнее устройство колонны, полностью конденсирующее поступающий пар с формированием дистиллята и флегмы                                                                                      |
| Порт объекта                        | Точка подключения объекта схемы, имеющая назначение, тип и направление передачи данных или расчетного воздействия                                                                             |
| Проект                              | Совокупность исходных данных, настроек, объектов схемы и результатов расчета в приложении                                                                                                     |
| Расчетный граф                      | Представление зависимостей и последовательности вычисления объектов схемы                                                                                                                     |
| Расчетный интервал профиля          | Часть длины трубопровода, на которой выполняется очередной шаг расчета распределенных параметров                                                                                              |
| Рецикл                              | Логический блок, задающий явную границу разрыва замкнутого материального контура и организующий повторные расчеты до выполнения критерия сходимости или достижения предельного числа итераций |
| Сеанс                               | Период работы пользователя после успешной авторизации до выхода или завершения доступа                                                                                                        |
| Соединительная линия                | Ортогональная линия схемы, отображающая установленную расчетную связь между совместимыми портами объектов                                                                                     |

| Термин / сокращение                   | Определение                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Спецификация колонны                  | Независимое расчетное условие, задающее целевое значение технологического показателя колонны, продукта или бокового отбора                             |
| Список компонентов                    | Набор химических компонентов, доступных для моделирования в проекте                                                                                    |
| Степени свободы колонны               | Число независимых спецификаций, которое необходимо задать для однозначного расчета выбранной топологии колонны                                         |
| Таблица потока                        | Настраиваемая компактная таблица параметров материального потока, размещаемая на схеме и показывающая выбранные расчетные значения и единицы измерения |
| Температурный напор                   | Разность температур между горячей и холодной сторонами теплообменника в рассматриваемой точке расчетной координаты                                     |
| Термическое сопротивление загрязнения | Дополнительное сопротивление теплопередаче, учитывающее отложения на поверхности труб или кожуха                                                       |
| Точка росы по воде                    | Температура, при которой при заданном давлении начинается конденсация воды из газовой фазы                                                             |
| Удержание жидкости                    | Объемная доля поперечного сечения трубопровода, занятая жидкой фазой в рассматриваемом расчетном сечении                                               |
| УЗ                                    | Учетная запись – идентификатор пользователя, его роль и права доступа к платформе                                                                      |
| Флегмовое число                       | Отношение расхода возвращаемой в колонну флегмы к расходу дистиллята                                                                                   |
| Флэш-расчет                           | Расчет фазового состояния и равновесия смеси по заданной паре независимых спецификаций                                                                 |
| Циркуляционное орошение               | Вспомогательный контур отбора жидкости с одной ступени колонны, изменения ее теплового состояния и возврата на другую ступень                          |
| Число Нуссельта                       | Безразмерный критерий интенсивности конвективной теплоотдачи относительно теплопроводности среды                                                       |
| Число Прандтля                        | Безразмерный критерий соотношения переноса количества движения и теплоты в потоке                                                                      |
| Число Рейнольдса                      | Безразмерный критерий режима течения, определяемый отношением инерционных сил к силам вязкости                                                         |

| Термин / сокращение | Определение                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Число Фруда         | Безразмерный критерий отношения инерционных и гравитационных эффектов потока, выводимый в расчетном профиле трубопровода                        |
| Эффективный UA      | Значение UA после применения выбранных поправок, включая коэффициент Ft, используемое фактической расчетной моделью                             |
| Ans                 | Команда инженерного калькулятора для подстановки последнего рассчитанного результата                                                            |
| API                 | Интерфейс программирования приложений; в БАЗИС используется для автоматизированного доступа в пределах выданных прав                            |
| AVERAGE             | Функция электронной таблицы для расчета среднего арифметического выбранных значений                                                             |
| Bell-Delaware       | Метод расчета теплоотдачи и гидравлических характеристик кожуховой стороны кожухотрубного теплообменника с учетом геометрии пучка и перегородок |
| BIP                 | Binary Interaction Parameters – коэффициенты бинарного взаимодействия компонентов                                                               |
| CAS                 | Chemical Abstracts Service; CAS-номер – уникальный регистрационный номер химического вещества                                                   |
| CPA                 | Cubic Plus Association – кубическое уравнение состояния с учетом ассоциации молекул                                                             |
| CSV                 | Текстовый формат табличных данных с разделителями, используемый для выгрузки результатов                                                        |
| Cv                  | Коэффициент пропускной способности клапана в американской системе: расход воды при 60 °F в галлонах США в минуту при перепаде давления 1 psi    |
| D/F                 | Отношение молярного расхода дистиллята D к суммарному молярному расходу питания F                                                               |
| DEG, RAD            | Режимы инженерного калькулятора для работы с углами соответственно в градусах и радианах                                                        |
| DT (ΔT)             | Разность температур между двумя выбранными точками или сторонами теплообменного аппарата                                                        |
| EN                  | Обозначение английского языка интерфейса                                                                                                        |
| EOS                 | Equation of State – уравнение состояния                                                                                                         |
| F                   | Общий расход потока                                                                                                                             |

| Термин / сокращение | Определение                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fp                  | Безразмерный коэффициент модели пропускной способности, учитывающий влияние принятой геометрии обвязки; значение 1 соответствует отсутствию дополнительной поправки |
| H                   | Энтальпия потока                                                                                                                                                    |
| IAPWS-IF97          | Промышленная формулировка свойств воды и водяного пара IAPWS                                                                                                        |
| ID                  | Уникальный идентификатор записи или объекта в пределах соответствующего реестра                                                                                     |
| IF                  | Функция электронной таблицы, выбирающая результат в зависимости от выполнения заданного условия                                                                     |
| Inside-Out          | Итерационный метод расчета многоступенчатой колонны, разделяющий внешнее обновление термодинамических зависимостей и внутреннее решение упрощенной системы балансов |
| IUPAC (ИЮПАК)       | Международный союз теоретической и прикладной химии; правила именования химических веществ                                                                          |
| JSON                | Текстовый формат структурированных данных, используемый в файлах обмена БАЗИС                                                                                       |
| Kv                  | Метрический коэффициент пропускной способности клапана: расход воды в м³/ч при перепаде давления 1 бар                                                              |
| LMTD                | Логарифмический средний температурный напор, используемый как усредненная движущая сила теплопередачи между горячей и холодной сторонами                            |
| M+, M-, MR, MC      | Команды инженерного калькулятора для пополнения, уменьшения, чтения и очистки памяти                                                                                |
| MAX                 | Функция электронной таблицы для определения наибольшего значения                                                                                                    |
| MIN                 | Функция электронной таблицы для определения наименьшего значения                                                                                                    |
| MW                  | Молекулярная масса компонента или гипокмпонента                                                                                                                     |
| P                   | Давление                                                                                                                                                            |
| PDF                 | Формат электронного документа с фиксированным представлением страниц                                                                                                |
| PH, PQ, PS, TP, TQ  | Пары независимых спецификаций термодинамического состояния потока                                                                                                   |



| Термин / сокращение | Определение                                                                                                                                       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PR                  | Peng-Robinson – уравнение состояния Пенга-Робинсона                                                                                               |
| PVT                 | Pressure-Volume-Temperature – свойства среды как функции давления, объема и температуры                                                           |
| PXY-диаграмма       | Диаграмма зависимости давления кипения и давления росы от состава бинарной смеси при фиксированной температуре                                    |
| Q                   | Паровая доля потока                                                                                                                               |
| RU                  | Обозначение русского языка интерфейса                                                                                                             |
| S                   | Энтропия потока                                                                                                                                   |
| SDK                 | Набор готовых средств для подключения внешних программ к БАЗИС; порядок применения приведен в отдельном руководстве по автоматизации и интеграции |
| SI                  | Международная система единиц                                                                                                                      |
| SRK                 | Soave-Redlich-Kwong – уравнение состояния Соаве-Редлиха-Квонга                                                                                    |
| SUM                 | Функция электронной таблицы для суммирования выбранных значений                                                                                   |
| SVG                 | Масштабируемый векторный формат, используемый для части пиктограмм интерфейса                                                                     |
| T                   | Температура                                                                                                                                       |
| TXY-диаграмма       | Диаграмма зависимости температуры кипения и температуры росы от состава бинарной смеси при фиксированном давлении                                 |
| UA                  | Произведение общего коэффициента теплопередачи $U$ на площадь поверхности теплообмена $A$ ; интегральная теплопередающая способность аппарата     |
| XLSX                | Формат книги Microsoft Excel, используемый для шаблонов и выгрузок                                                                                |
| xT                  | Безразмерный коэффициент критического перепада давления для газа, применяемый при определении границы критического истечения                      |
| XY-диаграмма        | Диаграмма равновесных мольных долей выбранного компонента в жидкой и паровой фазах                                                                |
| 2D, 3D              | Двумерный и трехмерный режимы представления молекулярной структуры                                                                                |

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА

Руководство предназначено для пользователей инженерной цифровой платформы БАЗИС, выполняющих работу с приложением «Технология» и платформенными функциями.

Документ устанавливает порядок входа и выхода из системы, навигации по платформе, работы с проектами и расчетами, а также подготовки модели: выбора компонентов и пакета свойств, построения схемы, настройки потоков, оборудования и логических блоков, запуска расчета и анализа результатов. В документ не входят административные функции платформы и методологическое описание расчетных моделей.

Состав доступных функций может зависеть от версии БАЗИС, конфигурации платформы и прав учетной записи.

Настоящее руководство применяется совместно с документами:

- «БАЗИС. Технологическое моделирование. Функциональные характеристики», который определяет общий состав возможностей и статус их реализации;
- «БАЗИС. Технологическое моделирование. Описание архитектуры и нефункциональных характеристик», содержащим архитектурные принципы и нефункциональные ограничения;
- «БАЗИС. Технологическое моделирование. Руководство администратора», в котором описаны функциональные возможности для администраторов;
- «БАЗИС. Технологическое моделирование. Руководство по установке и эксплуатации», устанавливающим порядок развертывания и административной эксплуатации;
- «БАЗИС. Технологическое моделирование. Описание жизненного цикла, обновления и сопровождения», определяющим правила выпуска версий, обновления и технической поддержки.

## 2. ПЛАТФОРМЕННЫЕ ФУНКЦИИ

### 2.1. НАЧАЛО РАБОТЫ

Работа с платформой начинается на странице входа. Используйте учетную запись, предоставленную администратором. Окно входа показано на рисунке 1.

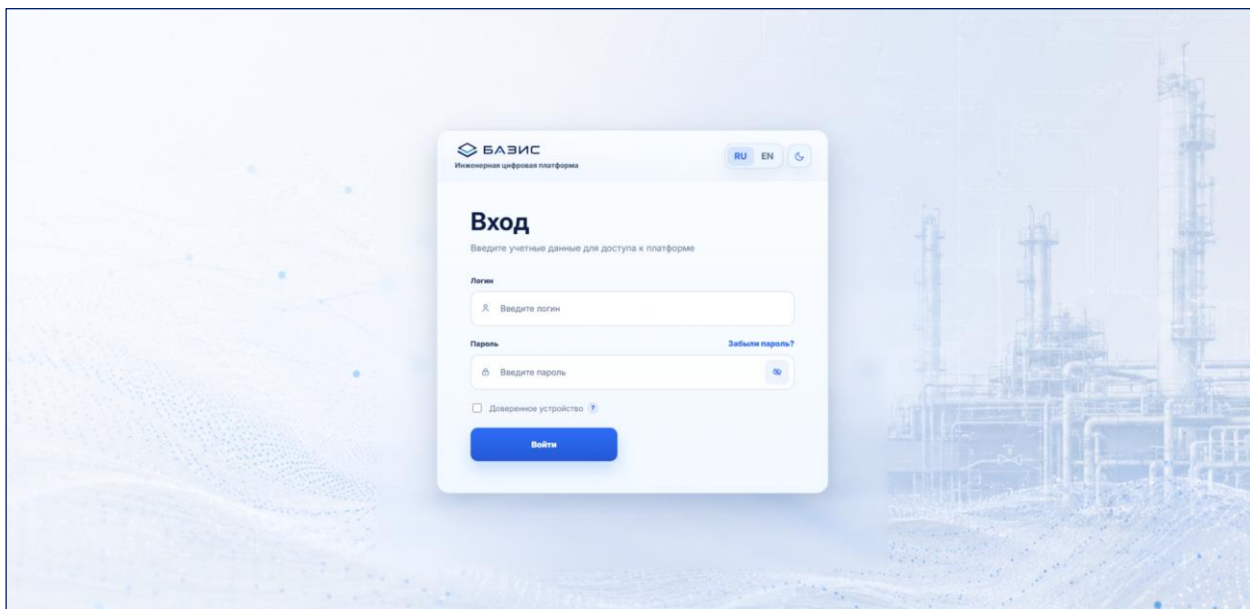


Рисунок 1. Окно входа в инженерную цифровую платформу БАЗИС

#### 2.1.1. ВХОД В СИСТЕМУ

Для входа в систему выполните следующие действия:

1. При необходимости выберите язык интерфейса RU (русский) или EN (английский) и светлую либо темную тему с помощью элементов в правой верхней части окна.
2. В поле «Логин» введите имя учетной записи. Поле является обязательным.
3. В поле «Пароль» введите текущий пароль. Символы по умолчанию скрыты; пиктограмма просмотра временно показывает введенное значение. Учитывайте регистр символов и раскладку клавиатуры.

**ВНИМАНИЕ.** При работе на защищенном личном компьютере при необходимости установите флажок «Доверенное устройство». Не включайте его на общем или публичном устройстве

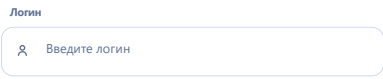
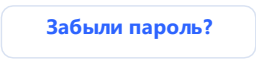
4. Нажмите «Войти». Платформа проверит обязательные поля и учетные данные. Во время проверки кнопка временно недоступна и может отображать состояние «Вход...». После успешной проверки откроется главная страница платформы.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Закрытие вкладки браузера не следует использовать вместо команды «Выйти»: активный сеанс может сохраниться до истечения установленного времени

#### 2.1.2. ЭЛЕМЕНТЫ ОКНА АВТОРИЗАЦИИ

Основные элементы окна авторизации приведены в таблице 1.

Таблица 1. Элементы окна входа в платформу

| Элемент интерфейса                                                                  | Элемент                         | Назначение и порядок использования                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Поле «Логин»</b>             | Обозначает поле имени учетной записи                                                                                                              |
|    | <b>Поле «Пароль»</b>            | Обозначает поле текущего пароля                                                                                                                   |
|    | <b>Показ / скрывание пароля</b> | Нажмите пиктограмму глаза, чтобы показать символы пароля; нажмите повторно, чтобы снова скрыть их. Значение пароля не изменяется                  |
|    | <b>Caps Lock</b>                | Появляется при включенном верхнем регистре. Проверьте состояние клавиши перед продолжением ввода пароля                                           |
|    | <b>RU / EN</b>                  | Переключает русский и английский языки интерфейса. Выбор сохраняется в текущем браузере                                                           |
|  | <b>Светлая / темная тема</b>    | Кнопка с луной включает темную тему, кнопка с солнцем – светлую. Выбранное оформление сохраняется в текущем браузере                              |
|  | <b>«Забыли пароль?»</b>         | Выводит указание обратиться к администратору. Самостоятельный сброс пароля с этого экрана не выполняется                                          |
|  | <b>«Доверенное устройство»</b>  | Сохраняет длительный сеанс согласно политике организации. Устанавливайте флажок только на защищенном персональном рабочем компьютере              |
|  | <b>Справочная кнопка «?»</b>    | Открывает подсказку о безопасном применении доверенного устройства. Закрывается повторным нажатием, переходом к другому элементу или клавишей Esc |

### 2.1.3. РЕЗУЛЬТАТ АВТОРИЗАЦИИ

- После успешной проверки учетных данных открывается главная страница платформы.
- Если администратор выдал временный пароль, перед началом работы открывается обязательная страница смены пароля.

## 2.1.4. ВОЗМОЖНЫЕ СООБЩЕНИЯ

- «Обязательное поле» – логин или пароль не введен. Фокус устанавливается в первое незаполненное поле.
- «Неверный логин или пароль» – учетные данные не распознаны. Проверьте раскладку клавиатуры, регистр символов и повторите ввод.
- «Включен Caps Lock» – при вводе пароля включен верхний регистр.
- Сообщение о недоступности входа – платформа или выбранный способ входа временно недоступны. Повторите попытку позднее или обратитесь к администратору.
- Сообщение о завершенном или истекшем сеансе – выполните вход повторно.

**ВНИМАНИЕ.** Устанавливайте флажок «Доверенное устройство» только на защищенном персональном рабочем компьютере. Не используйте его на общих, временных или публичных устройствах. Не передавайте логин и пароль другим лицам; после работы на чужом компьютере обязательно выполните выход из платформы.

## 2.1.5. ВЫХОД ИЗ СИСТЕМЫ

Для безопасного завершения сеанса выполните следующие действия (рисунок 2):

1. Нажмите аватар пользователя в правой части верхней панели.
2. В открывшемся меню профиля нажмите «Выйти».
3. Убедитесь, что открылась страница входа. При работе на общем устройстве также закройте окно браузера и не сохраняйте учетные данные. Меню профиля пользователя показано на рисунке 2.

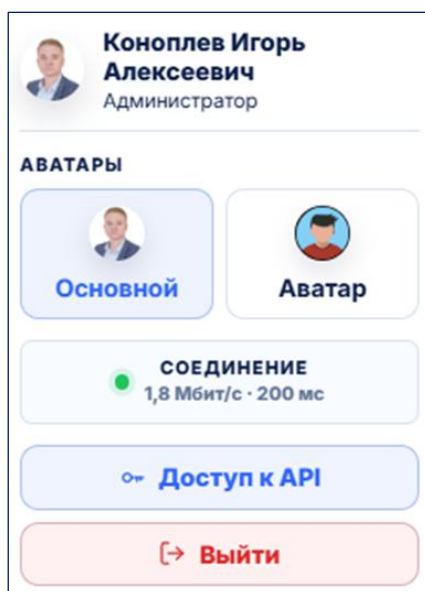


Рисунок 2. Меню профиля пользователя

## 2.2. ГЛАВНЫЙ ЭКРАН

### 2.2.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

Главный экран открывается после успешной авторизации и служит начальной точкой работы с платформой БАЗИС. На нем доступны переходы к приложениям и проектам, быстрый возврат к последней работе, сведения об обновлениях и сводные сведения о работе пользователя.

Единая обязательная последовательность действий для главного экрана не устанавливается: пользователь выбирает маршрут в зависимости от текущей задачи. Состав доступных пунктов и карточек может отличаться в зависимости от прав учетной записи, конфигурации платформы, индивидуальных настроек и наличия проектных данных. Светлая и темная темы главного экрана показаны на рисунках 3 и 4.

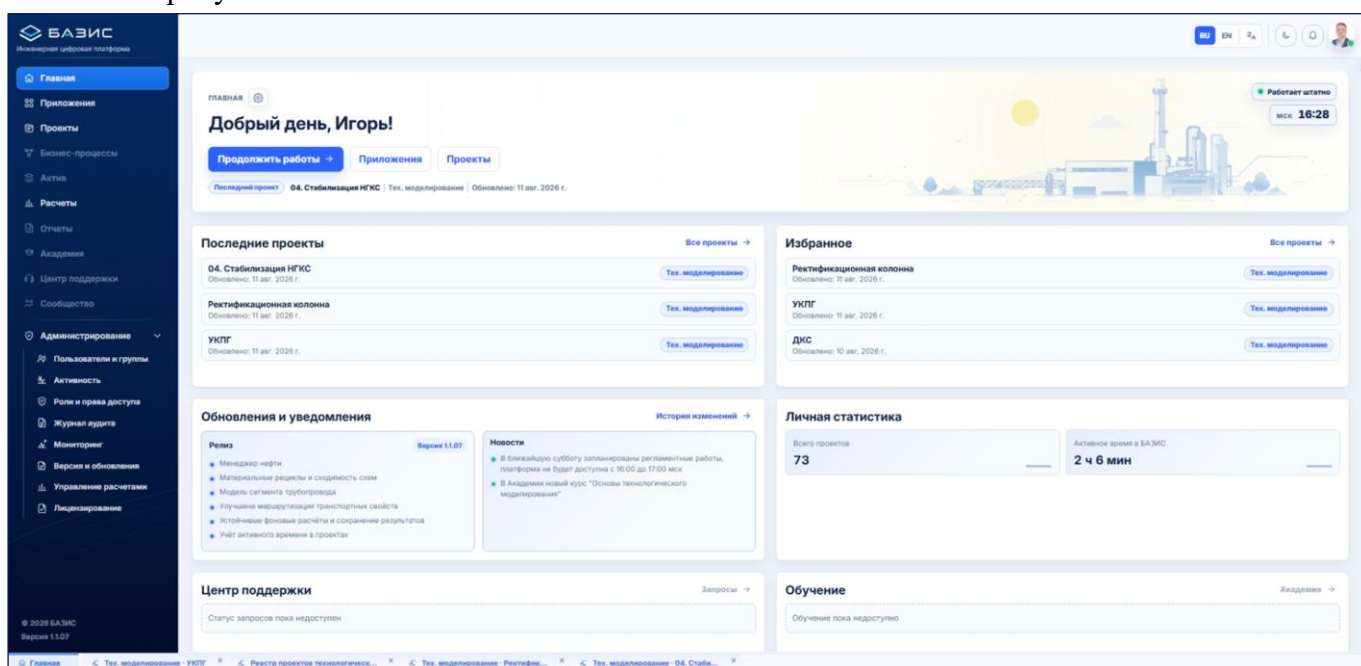


Рисунок 3. Главный экран в светлой теме

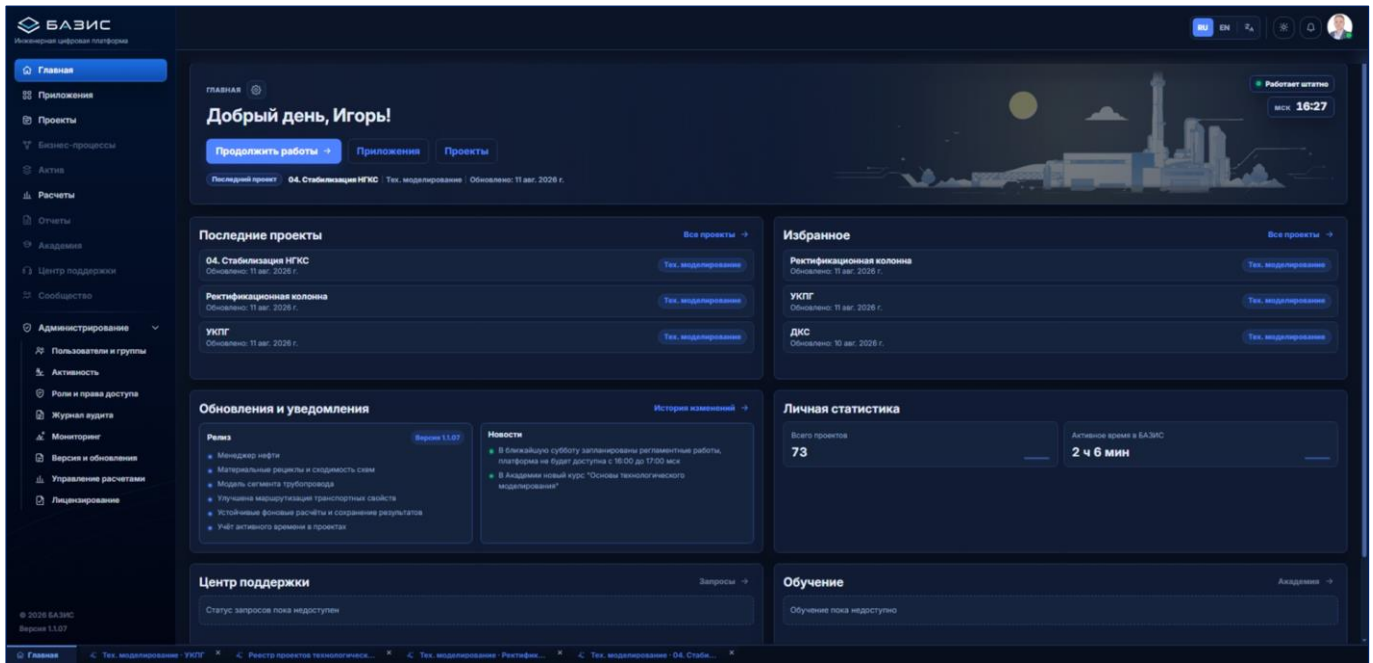


Рисунок 4. Главный экран в темной теме

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Переключатель темы расположен справа в верхней панели. Выбранная светлая или темная тема применяется ко всем вкладкам и приложениям БАЗИС и сохраняется в текущем браузере

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Раздел «Администрирование» отображается только пользователям с соответствующими полномочиями. Обычному пользователю он недоступен; административные функции в настоящем руководстве не рассматриваются

2.2.2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ

Пункты и элементы главного экрана приведены в таблице 2.

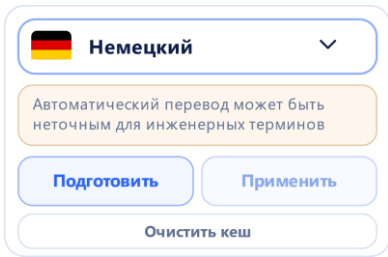
Таблица 2. Функциональные области главного экрана

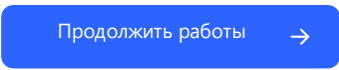
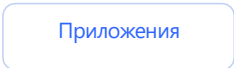
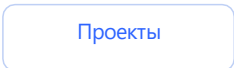
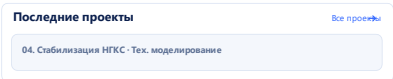
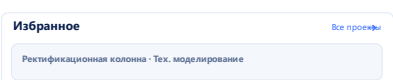
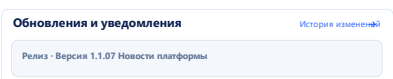
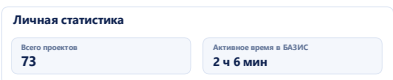
| Элемент интерфейса                                                                             | Наименование | Назначение и действия пользователя                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| БОКОВОЕ МЕНЮ – содержит основные переходы платформы                                            |              |                                                                                                                                             |
|  Главная    | Главная      | Возвращает на главный экран платформы. Используйте пункт, чтобы перейти от открытого приложения или проекта к выбору нового маршрута работы |
|  Приложения | Приложения   | Открывает каталог доступных приложений БАЗИС. Состав каталога зависит от конфигурации платформы и прав учетной записи                       |
|  Проекты    | Проекты      | Открывает платформенный реестр проектов. В реестре можно найти и открыть                                                                    |

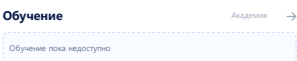
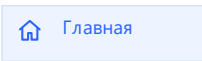
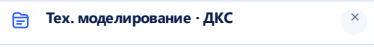


| Элемент интерфейса                                                                                  | Наименование           | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                     |                        | доступный проект или перейти к созданию проекта в выбранном приложении                                                                                                                                                                                                                             |
|  Бизнес-процессы   | <b>Бизнес-процессы</b> | Функция находится в разработке и временно недоступна. При выборе переход не выполняется                                                                                                                                                                                                            |
|  Актив             | <b>Актив</b>           | Функция находится в разработке и временно недоступна. При выборе переход не выполняется                                                                                                                                                                                                            |
|  Расчеты           | <b>Расчеты</b>         | Открывает реестр запусков расчетов со сведениями о состоянии, времени выполнения и связанном проекте                                                                                                                                                                                               |
|  Отчеты            | <b>Отчеты</b>          | Функция находится в разработке и временно недоступна. При выборе переход не выполняется                                                                                                                                                                                                            |
|  Академия        | <b>Академия</b>        | Функция находится в разработке и временно недоступна. При выборе переход не выполняется                                                                                                                                                                                                            |
|  Центр поддержки | <b>Центр поддержки</b> | Функция находится в разработке и временно недоступна. При выборе переход не выполняется                                                                                                                                                                                                            |
|  Сообщество      | <b>Сообщество</b>      | Функция находится в разработке и временно недоступна. При выборе переход не выполняется                                                                                                                                                                                                            |
| <b>ВЕРХНЯЯ ПАНЕЛЬ</b> – содержит общие настройки, уведомления и меню профиля                        |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                  | <b>RU / EN</b>         | Переключает русский и английский языки встроенного интерфейса. Активный вариант выделен синим. Кнопка с пиктограммой перевода открывает параметры автоперевода на один из дополнительных языков. Выбор применяется сразу и сохраняется в текущем браузере. Другие языки доступны через автоперевод |



| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                     | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Автоматический перевод</b>    | Список с флагом выбирает целевой язык. «Подготовить» формирует пакет и показывает ход работы; «Применить» становится доступной после успешной подготовки. После применения первая кнопка меняется на «Отключить». «Очистить кеш» удаляет подготовленные данные выбранного языка и требует повторной подготовки. Инженерные термины и числовые обозначения после перевода следует проверить                                            |
|    | <b>Светлая / темная тема</b>     | Переключает оформление всей платформы. Пиктограмма луны включает темную тему, пиктограмма солнца – светлую. Выбор сохраняется в текущем браузере и действует в любой вкладке или приложении БАЗИС                                                                                                                                                                                                                                     |
|  | <b>Уведомления</b>               | Открывает центр уведомлений. Красный счетчик у колокола показывает количество непрочитанных событий (значения более 99 отображаются как «99+»). В заголовке центра показывается число новых или выбранных сообщений. Флажки выбирают сообщения, галочка отмечает выбранные или все сообщения прочитанными, корзина очищает весь список, а кнопка со стрелкой открывает связанный объект и одновременно отмечает сообщение прочитанным |
|  | <b>Меню профиля</b>              | Открывает меню текущей учетной записи. Зеленая точка означает наличие сети, красная – ее отсутствие                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>СТАРТОВАЯ ОБЛАСТЬ</b> – содержит быстрые действия после входа                    |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|  | <b>Настройка главного экрана</b> | Открывает настройку количества блоков в строке, их отображения и порядка. Индивидуальные настройки сохраняются в текущем браузере                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                        | Назначение и действия пользователя                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Возврат к последнему проекту</b> | Открывает последний измененный доступный проект. Если проектов нет, открывает реестр проектов                                                                  |
|    | <b>Переход к приложениям</b>        | Открывает каталог приложений. Действие соответствует пункту «Приложения» бокового меню                                                                         |
|    | <b>Переход к проектам</b>           | Открывает платформенный реестр проектов. Действие соответствует пункту «Проекты» бокового меню                                                                 |
|    | <b>Строка последнего проекта</b>    | Показывает наименование проекта, приложение и дату обновления. Нажатие строки открывает этот проект                                                            |
|    | <b>Состояние платформы и время</b>  | Показывает текущее состояние платформы и московское время. Элементы предназначены для просмотра и не требуют действий пользователя                             |
| <b>КАРТОЧКИ ГЛАВНОГО ЭКРАНА – содержат сводные рабочие сведения</b>                 |                                     |                                                                                                                                                                |
|  | <b>Последние проекты</b>            | Показывает до трех проектов с наиболее поздней активностью. Нажатие строки открывает проект; ссылка «Все проекты» – полный реестр                              |
|  | <b>Избранные проекты</b>            | Показывает до трех закрепленных или добавленных в избранное проектов. Нажатие строки открывает проект; ссылка «Все проекты» – представление избранных объектов |
|  | <b>Обновления и уведомления</b>     | Показывает текущую версию, основные изменения и новости платформы. Ссылка «История изменений» открывает подробные сведения о версиях                           |
|  | <b>Статистика работы</b>            | Показывает количество доступных проектов и накопленное активное время работы в БАЗИС. Значения формируются автоматически и на главном экране не редактируются  |
|  | <b>Центр поддержки и обучение</b>   | Разделы находятся в разработке и временно недоступны. Пока на карточках                                                                                        |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование                         | Назначение и действия пользователя                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                      | отображается информационное сообщение, переход не выполняется                                                             |
| <b>ПАНЕЛЬ ОТКРЫТЫХ ОКОН</b> – переключает открытые приложения и проекты           |                                      |                                                                                                                           |
|  | <b>Главная вкладка</b>               | Возвращает на главный экран. Главная вкладка присутствует постоянно и не закрывается                                      |
|  | <b>Вкладки приложений и проектов</b> | Нажатие вкладки переключает рабочее окно. Кнопка «X» закрывает соответствующее окно; данные проекта при этом не удаляются |

Общие функции верхней панели доступны независимо от выбранной вкладки платформы. Они позволяют переключить язык и тему интерфейса, подготовить машинный перевод, просмотреть события и открыть меню текущей учетной записи.

Для подготовки и применения автоматического перевода выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку с пиктограммой перевода справа от переключателей «RU» и «EN». Откроются параметры автоперевода.
2. Откройте список целевого языка и выберите немецкий, французский, испанский, итальянский, португальский, турецкий, китайский, арабский язык или хинди. По умолчанию выбран немецкий язык.
3. Нажмите «Подготовить». Во время формирования пакета отображаются состояние «Подготовка...» и счетчик переведенных элементов. Пока подготовка не завершена, выбор языка, применение и очистка кеша недоступны.
4. После появления сообщения «Пакет перевода готов» нажмите «Применить». Кнопка доступна только для языка, пакет которого был успешно подготовлен.
5. Проверьте переведенные подписи, особенно инженерные термины, обозначения и единицы измерения. Машинный перевод может быть неточным и не изменяет исходные данные проекта.
6. Чтобы вернуться к выбранному встроенному языку «RU» или «EN», снова откройте параметры и нажмите «Отключить».
7. Для полного повторного формирования пакета выбранного языка нажмите «Очистить кеш», затем снова выполните подготовку. Если перевод был применен, очистка одновременно отключает его.

Для просмотра и обработки уведомлений выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку с колоколом. Красный счетчик на кнопке показывает количество непрочитанных событий. Если событий нет, в открывшемся центре отображается сообщение «Нет уведомлений».
2. Просмотрите заголовок, метку типа или состояния, краткое описание и время события. Центр может содержать сведения о новой версии БАЗИС, предоставлении доступа к проекту, завершении фонового расчета после перехода из приложения и доступных результатах мониторинга.

3. Чтобы открыть связанный объект, нажмите кнопку со стрелкой в строке уведомления. Уведомление будет отмечено прочитанным, центр закроется, после чего откроется проект, результат, мониторинг или история изменений.
4. Чтобы обработать несколько сообщений, установите флажки в их строках. Верхний флажок выбирает все сообщения. После выбора нажмите кнопку с галочкой – выбранные сообщения будут отмечены прочитанными. Если сообщения не выбраны, эта кнопка отмечает прочитанными весь список.
5. Чтобы удалить все сообщения из центра, нажмите кнопку с корзиной. Очистка применяется ко всему списку без отдельного подтверждения и отличается от отметки сообщений прочитанными.
6. Чтобы закрыть центр без действий, нажмите за его пределами или клавишу Esc.

### 2.2.3. ТИПОВЫЕ СЦЕНАРИИ НАЧАЛА РАБОТЫ

Выберите сценарий, соответствующий текущей задаче. Сценарии являются независимыми вариантами начала работы, а не последовательными этапами. Основные варианты начала работы и ожидаемый результат приведены в таблице 3.

Таблица 3. Типовые сценарии начала работы

| Задача                           | Действия                                                                                                                                         | Результат                                                                                                              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Продолжить последнюю работу      | Нажмите «Продолжить работы» или строку последнего проекта в стартовой области                                                                    | Откроется последний измененный доступный проект. Если проектов нет, откроется реестр проектов                          |
| Открыть известный проект         | Откройте карточку «Последние проекты» или «Избранное». Если нужного проекта нет в кратком списке, нажмите «Все проекты» и выберите его в реестре | Откроется рабочее окно выбранного проекта в соответствующем приложении                                                 |
| Начать работу через приложение   | Нажмите «Приложения» в стартовой области или боковом меню и выберите требуемое приложение                                                        | Откроется стартовая область приложения. Создание и открытие объектов описываются в разделе соответствующего приложения |
| Просмотреть информацию платформы | Используйте карточки обновлений, уведомлений и личной статистики, не переходя к проекту                                                          | Пользователь получает сведения о версии, новостях, событиях и своей активности                                         |

### 2.3. СИСТЕМНЫЕ СОСТОЯНИЯ И СООБЩЕНИЯ

БАЗИС информирует пользователя о выполнении продолжительных операций и результате действий с помощью системных состояний и временных сообщений. Эти элементы используются во всех разделах платформы и не требуют перехода в отдельный рабочий экран.

## Индикация загрузки

Во время открытия страницы, получения данных, запуска расчета, формирования файла или выполнения другого продолжительного действия БАЗИС показывает индикатор загрузки. Индикатор может занимать всю рабочую область, отдельный блок или располагаться внутри кнопки. Пока он отображается, связанные элементы могут быть временно недоступны. Дождитесь завершения операции и исчезновения индикатора. Внешний вид индикатора показан на рисунке 5.



Загрузка...

Рисунок 5. Индикатор выполнения продолжительной операции

**ВНИМАНИЕ.** Не запускайте одно и то же действие повторно, пока отображается индикатор загрузки. Повторный щелчок может создать дублирующую операцию. Если индикатор не исчезает длительное время, дождитесь сообщения об ошибке или обновите страницу после проверки состояния расчета.

## Временные уведомления

После сохранения, удаления, проверки или другого локального действия в правой верхней части экрана появляется временное уведомление. Оно сообщает об успешном результате, содержит информационное сообщение, предупреждение или описание ошибки. Полоса в нижней части показывает оставшееся время отображения; кнопка закрытия скрывает сообщение сразу. Большинство уведомлений исчезает примерно через пять секунд, а важные и длинные сообщения могут оставаться дольше. Примеры уведомления об успешном действии и сообщения с причиной невозможности действия показаны на рисунках 6 и 7.

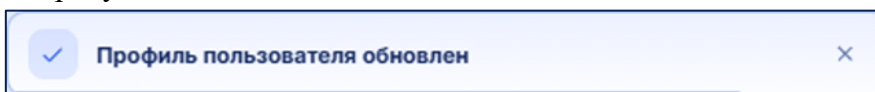


Рисунок 6. Временное уведомление об успешном действии

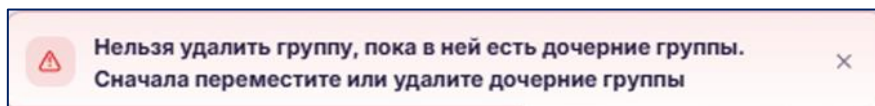


Рисунок 7. Временное уведомление с причиной невозможности действия

Успешное или информационное уведомление подтверждает результат и обычно не требует дополнительных действий. Предупреждение или сообщение об ошибке необходимо прочитать до закрытия: в нем указывается причина и, когда это возможно, способ продолжить работу. Временное уведомление относится к текущему действию и не заменяет центр уведомлений. Центр уведомлений открывается по кнопке с колокольчиком и хранит доступные пользователю события платформы.

## 2.4. ПРИЛОЖЕНИЯ

### 2.4.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

Экран «Приложения» представляет каталог прикладных модулей БАЗИС. Каталог используется для выбора направления работы, просмотра назначения приложений и перехода к реестру проектов выбранного приложения. Каталог приложений показан на рисунке 8.

Состав карточек, их состояние и возможность открытия зависят от текущей конфигурации платформы и разрешений учетной записи. При отсутствии разрешения на доступное приложение карточка получает метку «Нет доступа», а команда открытия не отображается.

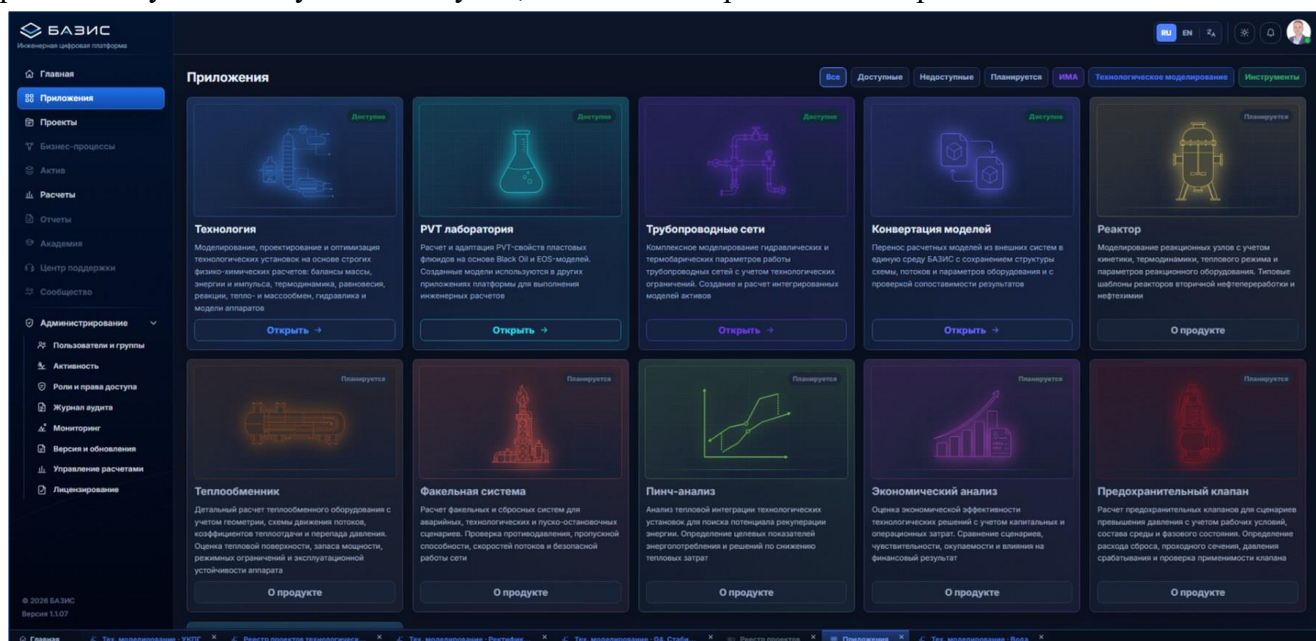


Рисунок 8. Каталог приложений

### 2.4.2. ПОРЯДОК ОТКРЫТИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ

Для перехода к приложению выполните следующие действия:

1. В боковом меню выберите пункт «Приложения». Откроется каталог; по умолчанию активен фильтр «Все».
2. При необходимости выберите один фильтр по состоянию или тематике. Новый выбор заменяет ранее активный фильтр.
3. Найдите требуемое приложение и проверьте метку состояния на карточке. Для просмотра карточек ниже видимой области прокрутите страницу.
4. На карточке со статусом «Доступно» нажмите «Открыть». Если отображается метка «Нет доступа», запуск недоступен для текущей учетной записи.
5. Убедитесь, что в рабочей области БАЗИС открылась отдельная вкладка с реестром проектов выбранного приложения.

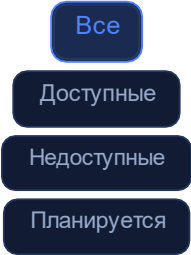
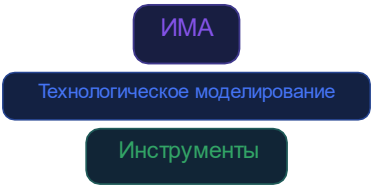
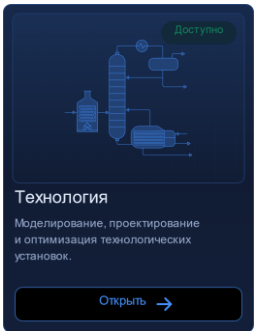
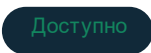
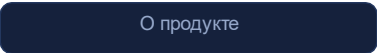
Карточки со статусом «Планируется» относятся к функциям, находящимся в разработке. Элемент «О продукте» на таких карточках неактивен и переход не выполняет.

### 2.4.4. ЭЛЕМЕНТЫ КАТАЛОГА

Элементы управления и информационные состояния каталога приведены в таблице 4.



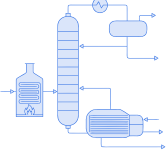
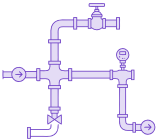
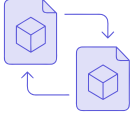
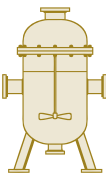
Таблица 4. Элементы каталога приложений

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Фильтры по состоянию</b> | «Все» показывает полный каталог. «Доступные» оставляет приложения, которые могут быть запущены при наличии разрешения. «Недоступные» показывает карточки с системным статусом недоступности. «Планируется» оставляет продукты, находящиеся в разработке. Одновременно действует один фильтр |
|    | <b>Тематические фильтры</b> | «ИМА», «Технологическое моделирование» и «Инструменты» группируют карточки по направлению применения. Выбор тематического фильтра заменяет ранее выбранный фильтр состояния                                                                                                                 |
|  | <b>Карточка приложения</b>  | Содержит пиктограмму приложения, метку состояния, наименование, краткое назначение и нижний элемент действия. Для просмотра следующих строк каталога используйте вертикальную прокрутку страницы                                                                                            |
|  | <b>Метка «Доступно»</b>     | Приложение введено в эксплуатацию. При наличии разрешения в нижней части карточки доступна команда «Открыть»                                                                                                                                                                                |
|  | <b>Метка «Планируется»</b>  | Приложение находится в разработке. Карточка доступна для ознакомления, но запуск приложения не выполняется                                                                                                                                                                                  |
|  | <b>Команда «Открыть»</b>    | Открывает реестр проектов выбранного приложения в отдельной вкладке рабочей области БАЗИС                                                                                                                                                                                                   |
|  | <b>Элемент «О продукте»</b> | Отображается на карточках продуктов в разработке. В текущей версии является неактивным информационным элементом и не открывает отдельное окно или страницу                                                                                                                                  |

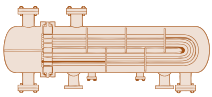
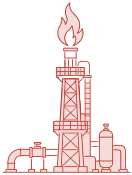
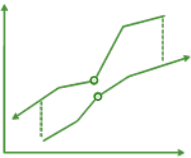
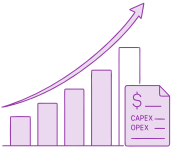
## 2.4.5. СОСТАВ КАТАЛОГА

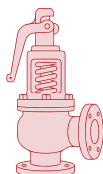
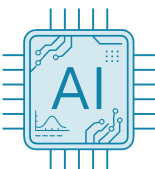
Состав отображаемых приложений текущей версии приведен в таблице 5. Каталог может расширяться в следующих версиях платформы.

Таблица 5. Приложения БАЗИС

| Пиктограмма приложения                                                              | Приложение, фильтр и состояние                                             | Назначение и доступное действие                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Технология<br>Фильтр:<br>Технологическое моделирование<br>Статус: Доступно | Моделирование, проектирование и оптимизация технологических установок на основе строгих физико-химических расчетов: балансы массы, энергии и импульса, термодинамика, равновесия, реакции, тепло- и массообмен, гидравлика и модели аппаратов.<br>Команда «Открыть» открывает реестр проектов приложения «Технология» |
|   | PVT лаборатория<br>Фильтр: ИМА<br>Статус: Доступно                         | Расчет и адаптация PVT-свойств пластовых флюидов на основе Black Oil и EOS-моделей. Созданные модели используются в других приложениях платформы для выполнения инженерных расчетов.<br>Команда «Открыть» открывает реестр проектов PVT лаборатории                                                                   |
|  | Трубопроводные сети<br>Фильтр: ИМА<br>Статус: Доступно                     | Комплексное моделирование гидравлических и термобарических параметров работы трубопроводных сетей с учетом технологических ограничений. Создание и расчет интегрированных моделей активов.<br>Команда «Открыть» открывает реестр проектов приложения «Трубопроводные сети»                                            |
|  | Конвертация моделей<br>Фильтр: Инструменты<br>Статус: Доступно             | Перенос расчетных моделей из внешних систем в единую среду БАЗИС с сохранением структуры схемы, потоков и параметров оборудования и с проверкой сопоставимости результатов.<br>Команда «Открыть» открывает реестр проектов конвертации моделей                                                                        |
|  | Реактор<br>Фильтр:<br>Технологическое моделирование<br>Статус: Планируется | Моделирование реакционных узлов с учетом кинетики, термодинамики, теплового режима и параметров реакционного оборудования. Типовые шаблоны реакторов вторичной нефтепереработки и нефтехимии.<br>Приложение находится в разработке. Элемент «О                                                                        |



| Пиктограмма приложения                                                              | Приложение, фильтр и состояние                                                       | Назначение и доступное действие                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                                                                      | продукте» неактивен; запуск и переход не выполняются                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|    | Теплообменник<br>Фильтр:<br>Технологическое моделирование<br>Статус: Планируется     | Детальный расчет теплообменного оборудования с учетом геометрии, схемы движения потоков, коэффициентов теплоотдачи и перепада давления. Оценка тепловой поверхности, запаса мощности, режимных ограничений и эксплуатационной устойчивости аппарата. Приложение находится в разработке. Элемент «О продукте» неактивен; запуск и переход не выполняются |
|   | Факельная система<br>Фильтр:<br>Технологическое моделирование<br>Статус: Планируется | Расчет факельных и сбросных систем для аварийных, технологических и пуско-остановочных сценариев. Проверка противодействия, пропускной способности, скоростей потоков и безопасной работы сети. Приложение находится в разработке. Элемент «О продукте» неактивен; запуск и переход не выполняются                                                      |
|  | Пинч-анализ<br>Фильтр: Инструменты<br>Статус: Планируется                            | Анализ тепловой интеграции технологических установок для поиска потенциала рекуперации энергии. Определение целевых показателей энергопотребления и решений по снижению тепловых затрат. Приложение находится в разработке. Элемент «О продукте» неактивен; запуск и переход не выполняются                                                             |
|  | Экономический анализ<br>Фильтр: Инструменты<br>Статус: Планируется                   | Оценка экономической эффективности технологических решений с учетом капитальных и операционных затрат. Сравнение сценариев, чувствительности, окупаемости и влияния на финансовый результат. Приложение находится в разработке. Элемент «О продукте» неактивен; запуск и переход не выполняются                                                         |

| Пиктограмма приложения                                                             | Приложение, фильтр и состояние                                                              | Назначение и доступное действие                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Предохранительный клапан<br>Фильтр:<br>Технологическое моделирование<br>Статус: Планируется | Расчет предохранительных клапанов для сценариев превышения давления с учетом рабочих условий, состава среды и фазового состояния. Определение расхода сброса, проходного сечения, давления срабатывания и проверка применимости клапана.<br>Приложение находится в разработке. Элемент «О продукте» неактивен; запуск и переход не выполняются |
|  | Гибридные модели<br>Фильтр: Инструменты<br>Статус: Планируется                              | Создание прикладных моделей, объединяющих строгие физико-химические расчеты, инженерную экспертизу и методы искусственного интеллекта. Повышение точности, скорости расчетов и прогнозирования поведения технологических объектов.<br>Приложение находится в разработке. Элемент «О продукте» неактивен; запуск и переход не выполняются       |

## 2.5. МЕНЮ ПРОФИЛЯ

### 2.5.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

Меню профиля предназначено для просмотра сведений о текущей учетной записи, выбора аватара, контроля состояния соединения, перехода к управлению личными токенами API и завершения сеанса. Меню открывается нажатием аватара в правой части верхней панели и доступно в любой вкладке платформы.

В верхней части меню отображаются имя пользователя и назначенная ему роль. Ниже расположены варианты аватара, сведения о соединении, команда «Доступ к API» и команда выхода. Административные функции API, включая управление сервисными учетными записями, открываются в отдельном разделе платформы и доступны только пользователям с соответствующими правами.

Показатели скорости и задержки соединения являются оценкой, предоставляемой браузером. Они предназначены для быстрой проверки доступности сети и не заменяют диагностику производительности БАЗИС. Меню профиля пользователя показано на рисунке 9.

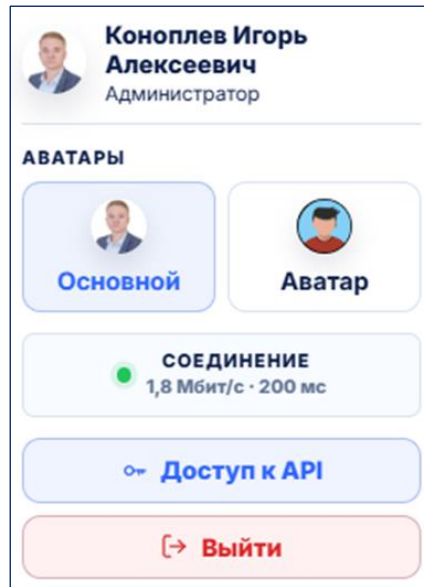


Рисунок 9. Меню профиля пользователя

### 2.5.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С МЕНЮ ПРОФИЛЯ

Для просмотра сведений и выбора сохраненного варианта аватара выполните следующие действия:

1. В правой части верхней панели нажмите аватар пользователя. Откроется меню профиля.
2. Проверьте имя учетной записи и назначенную роль в верхней части меню.
3. Проверьте блок «Соединение». При отсутствии сети отображаются красная точка и сообщение «Нет сети».
4. При необходимости выберите «Основной» или «Аватар». Выбранный вариант выделяется и сразу применяется к аватару в верхней панели.
5. При необходимости нажмите «Доступ к API», чтобы открыть страницу личных токенов. Чтобы закрыть меню без перехода и без завершения сеанса, нажмите за его пределами или клавишу Esc.

### 2.5.3. УПРАВЛЕНИЕ АВАТАРОМ

Кроме основного фото учетной записи пользователь может сохранить один собственный аватар. Для добавления или замены аватара выполните следующие действия:

1. Откройте меню профиля. Если собственный аватар еще не создан, нажмите «Добавить аватар». Для замены существующего аватара сначала выберите «Аватар», затем наведите указатель на фото в верхней части меню и нажмите кнопку с камерой.
2. В системном окне выберите файл изображения. Поддерживаются форматы изображений, доступные браузеру.
3. В окне «Обрезка фото профиля» перетащите изображение, чтобы выбрать видимую область, и настройте ползунок «Масштаб».
4. Нажмите «Применить». Обрезанное изображение сохраняется как вариант «Аватар» и выбирается автоматически. Для отказа от изменений нажмите «Отмена» или клавишу Esc.

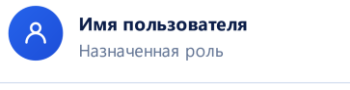
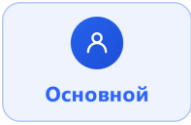
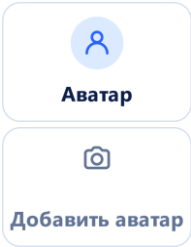
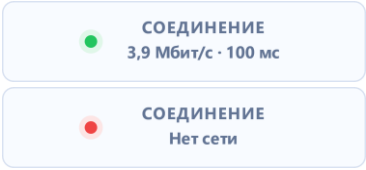
Для удаления собственного аватара выберите вариант «Аватар», наведите указатель на фото в верхней части меню, нажмите кнопку с корзиной и подтвердите действие командой «Удалить». После

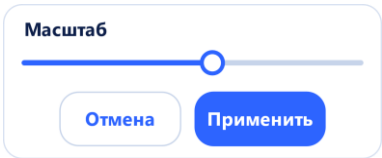
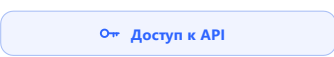
удаления автоматически выбирается вариант «Основной». Основное фото учетной записи из меню профиля не удаляется.

## 2.5.4. ЭЛЕМЕНТЫ МЕНЮ ПРОФИЛЯ

Элементы меню профиля и связанные с ними состояния приведены в таблице 6.

Таблица 6. Элементы меню профиля

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                        | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Аватар в верхней панели</b>      | Открывает и закрывает меню профиля. Цветная точка показывает текущее состояние сети: зеленая – соединение доступно, красная – сеть недоступна. Вид фотографии зависит от выбранного варианта аватара                                                                                                       |
|    | <b>Сведения об учетной записи</b>   | Отображает имя текущего пользователя и назначенную ему роль. Значения поступают из учетной записи                                                                                                                                                                                                          |
|  | <b>«Основной»</b>                   | Выбирает фотографию, назначенную учетной записи. Если фотография не задана, используется штатная пиктограмма пользователя. Основной вариант нельзя заменить или удалить из этого меню                                                                                                                      |
|  | <b>«Аватар» / «Добавить аватар»</b> | Пользователь может хранить один собственный аватар. После добавления команда «Добавить аватар» заменяется вариантом «Аватар». Нажатие варианта сразу применяет его и сохраняет выбор отдельно для текущей учетной записи                                                                                   |
|  | <b>Замена и удаление аватара</b>    | Кнопка с камерой открывает выбор нового изображения для замены собственного аватара. Кнопка с корзиной открывает подтверждение удаления. Команды появляются при наведении указателя на фото в заголовке меню или при переходе к нему с клавиатуры и доступны только тогда, когда выбран собственный аватар |
|  | <b>«Соединение»</b>                 | Показывает наличие сети. При поддержке браузером также отображаются оценочные скорость соединения и задержка; в остальных случаях выводится «Онлайн». Значения обновляются автоматически и не являются                                                                                                     |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                           | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                        | результатом измерения производительности серверов БАЗИС                                                                                                                                     |
|    | <b>Обрезка фото профиля</b>            | После выбора файла перетащите изображение, чтобы определить видимую область, и настройте масштаб ползунком. «Применить» сохраняет обрезанный аватар, «Отмена» закрывает окно без сохранения |
|    | <b>Подтверждение удаления</b>          | «Удалить» удаляет собственный аватар и автоматически возвращает вариант «Основной». «Отмена» закрывает подтверждение без изменений                                                          |
|    | <b>Управление личными токенами API</b> | Нажмите команду, чтобы открыть страницу личных токенов. Доступ токена не превышает текущие права пользователя                                                                               |
|  | <b>«Выйти»</b>                         | Завершает текущий сеанс и открывает страницу авторизации. Перед выходом убедитесь, что необходимые результаты работы сохранены                                                              |

### 2.5.5. ДОСТУП К API

Команда «Доступ к API» открывает страницу личных токенов API. Личный токен предназначен для скриптов и других средств автоматизации, выполняющих операции от имени текущего пользователя. Токен не предоставляет дополнительных прав: фактический доступ определяется одновременно выбранными областями доступа токена, ограничением по проектам и текущими правами пользователя в БАЗИС.

Страница создания и управления личными токенами показана на рисунке 10. В таблице отображаются только название, безопасный префикс, области доступа, срок действия и статус токена. Полное секретное значение после создания повторно не отображается.

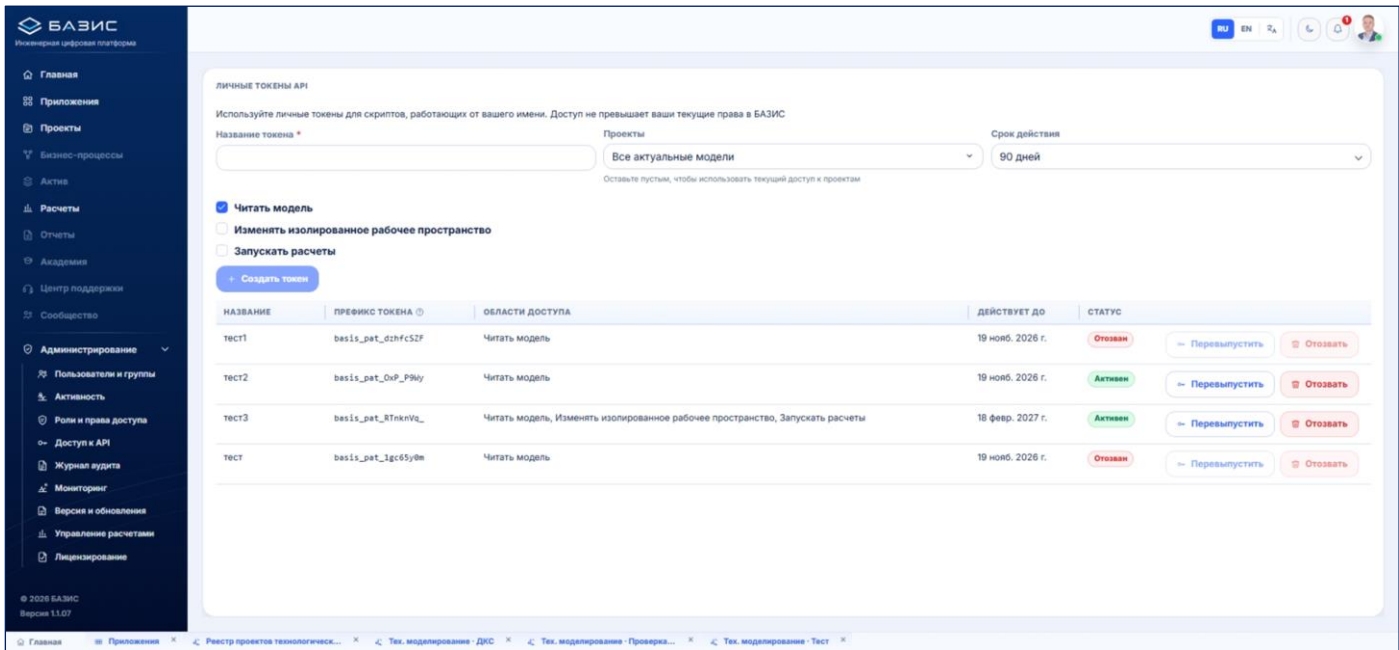


Рисунок 10. Создание и управление личными токенами API

Для создания личного токена выполните следующие действия:

1. Откройте меню профиля и нажмите «Доступ к API».
2. Введите обязательное название токена, по которому будет понятно его назначение.
3. При необходимости выберите одну или несколько актуальных моделей проекта. Если поле оставить пустым, отдельное ограничение по проектам не задается, но сохраняются текущие права пользователя на проекты.
4. Выберите срок действия: 90 или 180 дней.
5. Установите только необходимые области доступа: «Читать модель», «Изменять изолированное рабочее пространство» и (или) «Запускать расчеты».
6. Нажмите «Создать токен». В появившемся сообщении сразу скопируйте секретное значение и сохраните его в защищенном хранилище секретов. После закрытия сообщения получить это значение повторно нельзя.

Поля и области доступа личного токена приведены в таблице 7.

Таблица 7. Параметры личного токена API

| Элемент         | Назначение                                                    | Правило использования                                                                                |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Название токена | Идентификация токена в реестре                                | Укажите понятное назначение; поле обязательно                                                        |
| Проекты         | Ограничение токена одной или несколькими актуальными моделями | Выберите модели либо оставьте поле пустым, чтобы использовать текущий доступ пользователя к проектам |
| Срок действия   | Дата автоматического прекращения действия                     | Выберите 90 или 180 дней                                                                             |
| Читать модель   | Чтение разрешенной модели и доступных результатов             | Используйте для интеграций, которым не требуется изменение данных                                    |

| Элемент                                            | Назначение                                          | Правило использования                                                                |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Изменять изолированное рабочее пространство</b> | Внесение изменений в отдельную рабочую копию модели | Область не разрешает обходить изоляцию и напрямую изменять каноническую модель       |
| <b>Запускать расчеты</b>                           | Запуск разрешенных расчетных операций               | Выдавайте только автоматизациям, которым действительно требуется выполнение расчетов |

Активный токен можно перевыпустить или отозвать. При перевыпуске прежнее секретное значение немедленно становится недействительным, а новое показывается один раз. Отзыв прекращает дальнейшую аутентификацию этим токеном и переводит запись в статус «Отозван». Для операций с токенами платформа может потребовать недавнюю аутентификацию; в этом случае войдите в БАЗИС повторно и повторите действие.

**ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ.** Полное значение личного токена показывается один раз. Скопируйте его в защищенное хранилище, не передавайте другим лицам и не вставляйте в документы, переписку, снимки экрана или исходный код. При подозрении на раскрытие немедленно отзовите или перевыпустите токен.

Для программной автоматизации БАЗИС предоставляет SDK. Порядок подключения, примеры и ограничения приведены в документе «Руководство по автоматизации и интеграции».

Сервисные учетные записи применяются для фоновых и общих интеграций. Это административная функция: создание и обслуживание таких учетных записей выполняет администратор платформы.

Варианты доступа к API, с которыми может столкнуться пользователь, приведены в таблице 8.

Таблица 8. Варианты доступа к API

| Средство                        | Для чего используется                                                     | Кто настраивает                                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Личный токен</b>             | Автоматизация действий от имени текущего пользователя в пределах его прав | Пользователь создает, перевыпускает и отзывает токен на странице «Доступ к API»     |
| <b>Сервисная учетная запись</b> | Фоновая или общая интеграция, не привязанная к личному сеансу сотрудника  | Администратор платформы                                                             |
| <b>SDK</b>                      | Подключение внешней программы к функциям БАЗИС                            | Порядок применения приведен в документе «Руководство по автоматизации и интеграции» |

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Сервисные учетные записи и сервисные токены управляются администратором в разделе «Администрирование» — «Доступ к API». Обычный пользователь создает только личные токены. Для фоновой корпоративной интеграции обратитесь к администратору и не используйте личный токен другого сотрудника.

## 2.6. ПРОЕКТЫ

### 2.6.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

Область «Проекты» представляет платформенный каталог проектов БАЗИС, доступных текущей учетной записи. Каталог объединяет проекты разных приложений и предназначен для общего



обзора, поиска, сортировки и перехода к продолжению работы. Платформенный каталог проектов показан на рисунке 11.

В платформенном каталоге отображаются только проекты, которые пользователь вправе просматривать. Создание проекта, создание папок, загрузка, копирование, изменение и настройка доступа выполняются в реестре выбранного приложения и описываются в соответствующих разделах руководства.

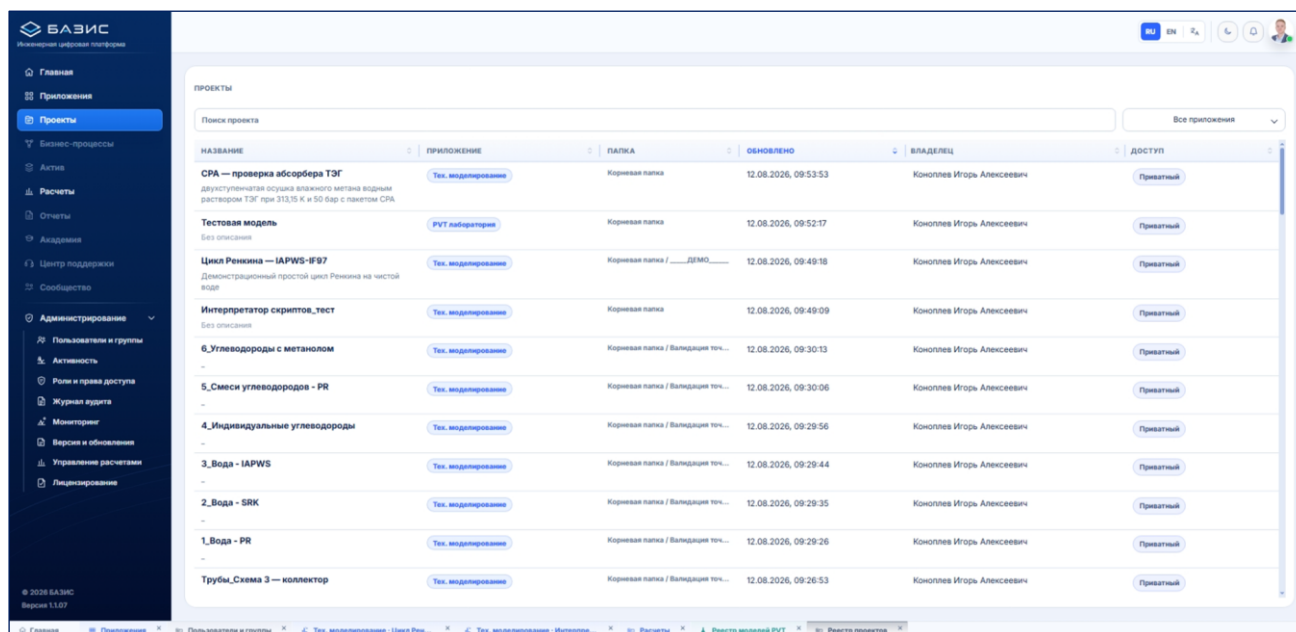


Рисунок 11. Платформенный каталог проектов

## 2.6.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ

Для поиска и открытия проекта выполните следующие действия:

1. В боковом меню выберите пункт «Проекты». Откроется платформенный каталог проектов, доступных текущей учетной записи.
2. Дождитесь завершения загрузки. По умолчанию список отсортирован по столбцу «Обновлено» в убывающем порядке, поэтому последние измененные проекты располагаются первыми.
3. Чтобы найти проект, введите полное наименование или его часть в поле «Поиск проекта». Регистр символов не влияет на результат. Для возврата к полному списку очистите поле.
4. При необходимости откройте список «Все приложения» и выберите приложение. В таблице останутся проекты выбранного приложения. Чтобы снять ограничение, снова выберите «Все приложения».
5. Для изменения порядка нажмите заголовок требуемого столбца. При выборе другого столбца даты сначала сортируются от новых значений к старым, остальные значения – по возрастанию. Повторное нажатие активного заголовка меняет направление; для активного по умолчанию столбца «Обновлено» первое нажатие включает порядок от старых значений к новым.
6. При необходимости перетащите правую границу заголовка, чтобы изменить ширину столбца. Настройка сохраняется в текущем браузере отдельно для платформенного каталога.
7. Проверьте наименование, приложение, папку, время обновления, владельца и режим доступа. Нажмите строку приватного или совместного проекта – БАЗИС откроет соответствующее приложение и предусмотренный для проекта начальный экран.

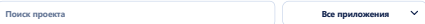
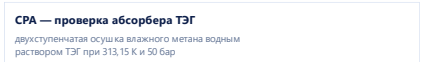


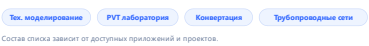
Если после поиска или фильтрации записи отсутствуют, очистите поле поиска или выберите «Все приложения». При невозможности загрузить данные над таблицей отображается сообщение об ошибке; после восстановления соединения повторно откройте область «Проекты».

### 2.6.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА ПРОЕКТОВ

Элементы управления и информационные состояния платформенного каталога приведены в таблице 9.

Таблица 9. Элементы платформенного каталога проектов

| Элемент интерфейса                                                                               | Наименование                        | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>Проекты</b> | <b>«Проекты»</b>                    | Открывает платформенный каталог проектов, доступных текущей учетной записи. Пункт используется для общего обзора, поиска и перехода между проектами разных приложений                                                                                               |
|               | <b>Поиск и фильтр приложений</b>    | Поле «Поиск проекта» отбирает записи по полному или частичному совпадению наименования без учета регистра. Список «Все приложения» ограничивает каталог выбранным приложением. Очистка поля и выбор «Все приложения» возвращают полный доступный перечень           |
|               | <b>Сортировка и ширина столбцов</b> | Нажатие заголовка сортирует список по выбранному столбцу; повторное нажатие меняет направление. Активный заголовок и направление выделяются синим. Правую границу доступного для изменения столбца можно перетащить; заданная ширина сохраняется в текущем браузере |
|               | <b>Столбцы реестра</b>              | «Название» содержит наименование и описание; «Приложение» – принадлежность проекта; «Папка» – путь размещения; «Обновлено» – дату и время последнего изменения; «Владелец» – владельца; «Доступ» – текущий режим доступа                                            |
|               | <b>Строка проекта</b>               | Отображает одну запись каталога. Если описание отсутствует, выводится «Без описания». Нажатие строки доступного рабочего проекта открывает соответствующее приложение и предусмотренный для проекта начальный экран                                                 |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование     | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Метка приложения | Показывает приложение, в котором создан проект: «Тех. моделирование», «Конвертация», «PVT лаборатория» или «Трубопроводные сети». Перечень может расширяться вместе с составом доступных приложений платформы                                                      |
|  | Режим доступа    | «Приватный» доступен владельцу; «Совместный» – владельцу и выбранным пользователям или группам; «Публичный» доступен всем пользователям для просмотра. Для продолжения работы с публичным проектом создается приватная копия в реестре соответствующего приложения |

2.7. РАСЧЕТЫ

2.7.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

Область «Расчеты» представляет пользовательский реестр запусков, созданных текущей учетной записью. Реестр предназначен для поиска и наблюдения за состоянием расчетов, просмотра очереди и типа запуска, связанного проекта, времени создания и длительности выполнения.

Новый расчет запускается соответствующей командой внутри приложения или проекта. В реестре «Расчеты» команда создания запуска отсутствует: область используется для контроля уже созданных запусков и возврата к связанному проекту. Административное управление очередями и техническая диагностика в настоящем разделе не рассматриваются. Пользовательский реестр запусков показан на рисунке 12.

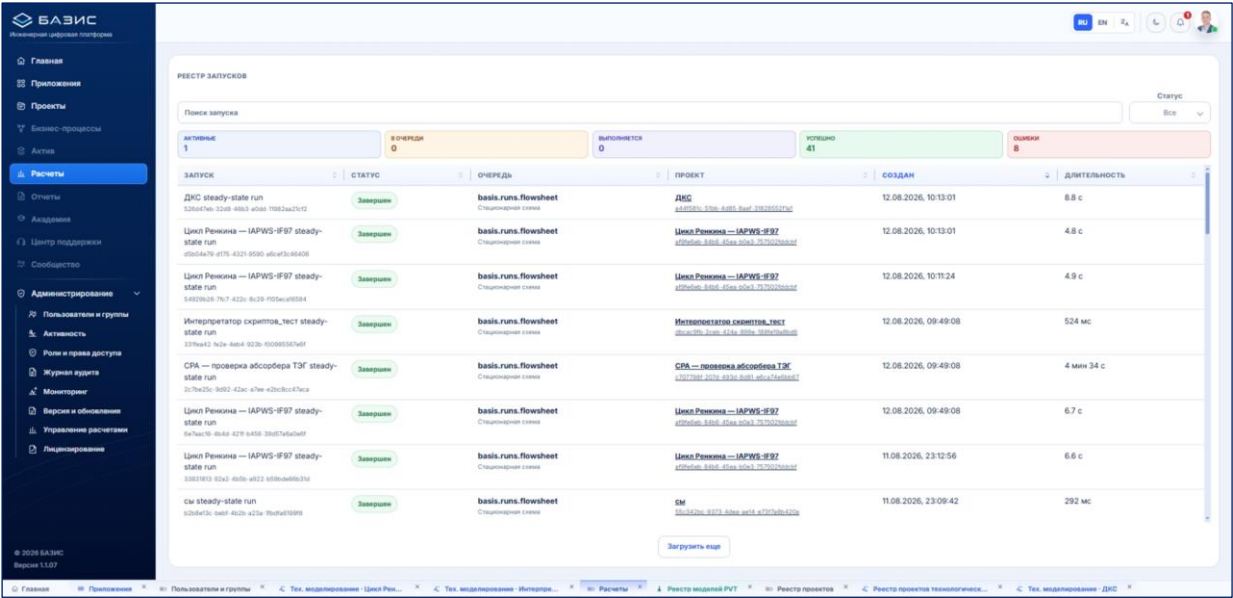


Рисунок 12. Пользовательский реестр запусков

## 2.7.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ

Для поиска запуска и перехода к связанному проекту выполните следующие действия:

1. В боковом меню выберите пункт «Расчеты». Откроется реестр запусков текущей учетной записи.
2. Дождитесь завершения загрузки. По умолчанию записи отсортированы по столбцу «Создан» от новых к старым. Состояния активных запусков обновляются автоматически; ручное обновление страницы не требуется.
3. Чтобы найти запуск, введите в поле «Поиск запуска» наименование или идентификатор запуска либо сведения о связанном проекте, очереди, типе или состоянии. Поиск выполняется без учета регистра по уже загруженным записям. Для возврата к списку очистите поле.
4. При необходимости откройте список «Статус». «Все» показывает весь загруженный список; «Активные» объединяет ожидающие, находящиеся в очереди и выполняемые запуски; «Завершенные», «Ошибки» и «Отмененные» оставляют соответствующее конечное состояние.
5. Проверьте сводку над таблицей. Значения рассчитываются по всему загруженному списку и не изменяются при поиске или выборе статуса: эти условия меняют только состав строк таблицы. После команды «Загрузить еще» сводка пересчитывается по расширенному загруженному списку.
6. Для изменения порядка нажмите заголовок требуемого столбца. При выборе другого столбца «Создан» и «Длительность» сначала сортируются по убыванию, остальные значения – по возрастанию. Повторное нажатие активного заголовка меняет направление; для активного по умолчанию столбца «Создан» первое нажатие включает порядок от старых записей к новым. При необходимости перетащите правую границу одного из первых пяти заголовков; ширина сохраняется в текущем браузере.
7. Найдите требуемую запись и проверьте ее состояние, очередь, проект, время создания и длительность. Для перехода к рабочему объекту нажмите наименование проекта в столбце «Проект». БАЗИС откроет соответствующее приложение и предусмотренный для проекта экран.
8. Если под таблицей отображается кнопка «Загрузить еще», нажмите ее для добавления следующей страницы запусков. После подгрузки при необходимости повторите поиск или фильтрацию.

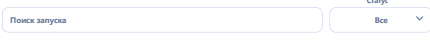
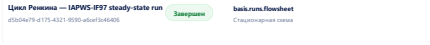
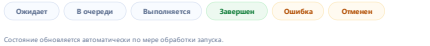
Если записи по заданным условиям отсутствуют, отображается сообщение «Нет запусков по выбранному фильтру». Очистите поиск или выберите статус «Все». При невозможности загрузить данные над реестром появляется сообщение об ошибке; после восстановления соединения повторно откройте область «Расчеты».

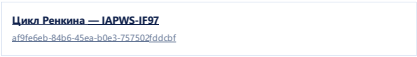
## 2.7.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА ЗАПУСКОВ

Элементы управления и информационные состояния пользовательского реестра приведены в таблице 10.

Таблица 10. Элементы пользовательского реестра запусков

| Элемент интерфейса                                                                                 | Наименование     | Назначение и действия пользователя                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|  <b>Расчеты</b> | <b>«Расчеты»</b> | Открывает пользовательский реестр запусков, созданных текущей учетной |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                        | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                     | записью. Пункт предназначен для наблюдения за состоянием расчетов и перехода к связанным проектам                                                                                                                                                                                                                     |
|    | <b>Поиск и фильтр по статусу</b>    | Поле «Поиск запуска» отбирает загруженные записи по наименованию и идентификатору запуска, сведениям о проекте, очереди, типу и состоянию. Список «Статус» оставляет все, активные, завершённые, ошибочные или отменённые запуски                                                                                     |
|    | <b>Сводка запусков</b>              | Показывает количество активных, находящихся в очереди, выполняемых, успешно завершённых и ошибочных запусков среди загруженных записей. «Активные» объединяет состояния «Ожидает», «В очереди» и «Выполняется». После подгрузки следующей страницы значения пересчитываются                                           |
|  | <b>Столбцы, сортировка и ширина</b> | «Запуск» содержит наименование и идентификатор; «Статус» – текущее состояние; «Очередь» – техническое имя очереди и тип расчета; «Проект» – связанный проект; «Создан» – дату и время; «Длительность» – время выполнения. Нажатие заголовка сортирует записи; правые границы первых пяти столбцов можно перетаскивать |
|  | <b>Строка запуска</b>               | Представляет один запуск. В пользовательском режиме строка является информационной: выбор строки не открывает технические детали. Для возврата к рабочему объекту используется ссылка в столбце «Проект»                                                                                                              |
|  | <b>Состояние запуска</b>            | «Ожидает» означает регистрацию запуска до помещения в очередь; «В очереди» – ожидание исполнителя; «Выполняется» – обработку; «Завершен» – успешное окончание; «Ошибка» – неуспешное завершение; «Отменен» – прекращение                                                                                              |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование     | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |                  | запуска. Состояния активных записей обновляются автоматически                                                                                                                                                      |
|  | Ссылка на проект | Показывает наименование и идентификатор проекта. Нажатие ссылки открывает соответствующее приложение и предусмотренный для проекта рабочий экран. Для служебного запуска без связанного проекта выводится знак «-» |
|  | «Загрузить еще»  | Появляется, если в реестре имеются следующие записи. Нажатие подгружает очередную страницу и добавляет ее к текущему списку; поиск, фильтр, сортировка и сводка применяются ко всем загруженным запускам           |

### 3. ПРИЛОЖЕНИЕ «ТЕХНОЛОГИЯ»

Приложение «Технология» предназначено для создания и ведения проектов технологического моделирования: настройки инженерной основы, построения расчетной схемы, выполнения расчетов и анализа результатов.

#### 3.1. ОБЩИЕ ФУНКЦИИ ПРИЛОЖЕНИЯ

После открытия приложения «Технология» в правой части верхней панели доступны инженерный калькулятор и конвертер единиц. Они работают независимо от выбранного проекта. После открытия конкретного проекта в этой же группе дополнительно появляется выбор набора единиц проекта.

##### 3.1.1. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Инженерный калькулятор и конвертер единиц являются общими быстрыми инструментами БАЗИС. Их пиктограммы расположены в правой части верхней панели и доступны на главном экране, во вкладках приложений и при работе с проектами. Каждый инструмент открывается в отдельном всплывающем окне и не изменяет данные проекта. Конвертер единиц показан на рисунке 13.

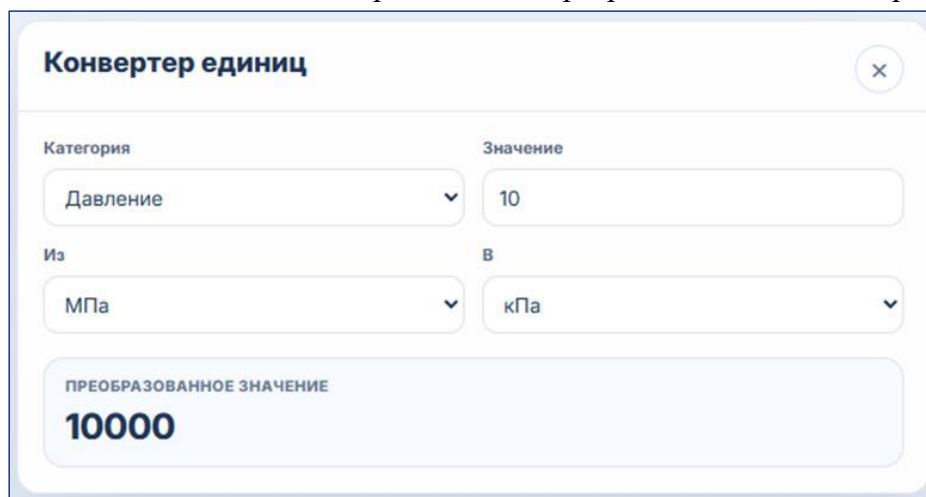


Рисунок 13. Конвертер единиц

Для преобразования значения выполните следующие действия:

1. Нажмите пиктограмму встречных вертикальных стрелок на верхней панели. БАЗИС откроет окно «Конвертер единиц». Если браузер сообщает о блокировке, разрешите рорир-окна для БАЗИС и повторите действие.
2. В списке «Категория» выберите физическую величину. Состав списков «Из» и «В» обновится автоматически.
3. Введите исходное число в поле «Значение». Допускается десятичный разделитель в виде точки или запятой.
4. В списке «Из» выберите исходную единицу, а в списке «В» – единицу результата. Преобразованное значение пересчитывается сразу после каждого изменения.
5. Считайте результат в карточке «Преобразованное значение». Для нового преобразования измените любое из четырех полей; отдельная очистка или подтверждение не требуется.
6. Если появилось сообщение «Некорректный ввод», исправьте поле «Значение». Для закрытия инструмента нажмите крестик. Инженерный калькулятор показан на рисунке 14.

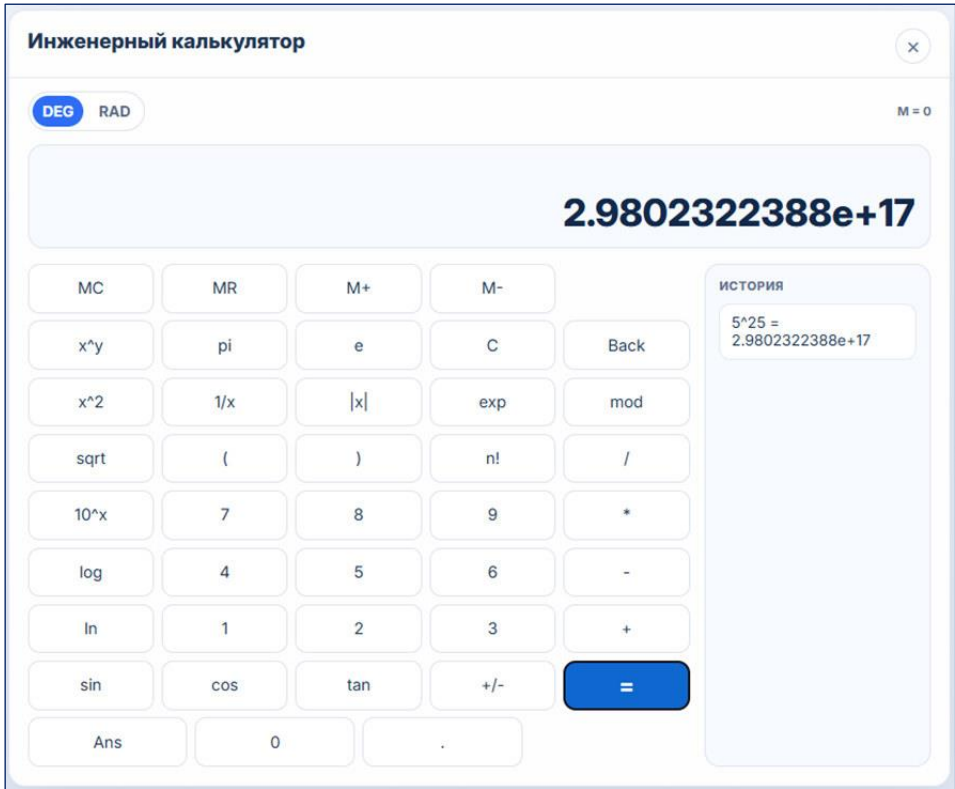


Рисунок 14. Инженерный калькулятор

Для выполнения вычисления выполните следующие действия:

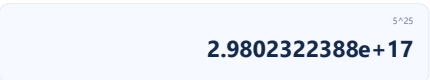
1. Нажмите пиктограмму калькулятора на верхней панели. БАЗИС откроет отдельное окно «Инженерный калькулятор».
2. Если выражение содержит тригонометрические функции, выберите DEG для градусов или RAD для радиан. Для остальных операций режим не влияет на результат.
3. Сформируйте выражение цифровыми, арифметическими и научными клавишами. Используйте скобки для задания порядка действий и закрывайте скобку функции после ввода аргумента.
4. Нажмите «=». Результат появится на дисплее, выражение будет добавлено в верхнюю часть истории. При ошибке исправьте выражение с помощью Back или C и повторите вычисление.
5. Для продолжения расчета нажмите Ans, чтобы подставить последний результат. Для временного хранения используйте M+, M-, MR и MC; текущее значение памяти отображается справа от переключателя DEG/RAD.
6. Чтобы повторно использовать прежнее выражение, нажмите соответствующую запись в области «История», затем отредактируйте ее или сразу выполните вычисление.
7. Завершив работу, нажмите крестик в заголовке. История и память относятся к текущему окну и после его закрытия не сохраняются.

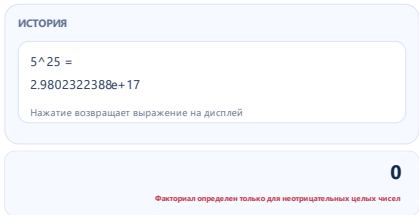
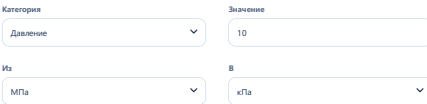
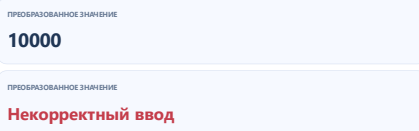
Перечень элементов управления, функций и состояний инструментов приведен в таблице 11.

Таблица 11. Инженерный калькулятор и конвертер единиц

| Элемент интерфейса                                                                                                                                                      | Функция             | Назначение и действия пользователя                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Запуск инструментов | Пиктограмма калькулятора открывает «Инженерный калькулятор», пиктограмма встречных стрелок – «Конвертер единиц». |



| Элемент интерфейса                                                                  | Функция            | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                    | Кнопки расположены в группе быстрых инструментов верхней панели и открывают отдельные изменяемые по размеру окна. Если браузер блокирует всплывающее окно, разрешите рорир-окна для БАЗИС и повторите действие                                                                                                                                                 |
|    | DEG / RAD и память | DEG задает ввод и результат тригонометрических функций в градусах, RAD – в радианах. Активный режим выделен синим. Индикатор «M =» показывает текущее число в памяти. MC очищает память, MR добавляет сохраненное число в выражение, M+ прибавляет к памяти текущий результат, M- вычитает его                                                                 |
|  | Дисплей            | В верхней строке отображается формируемое выражение, ниже – последний результат. Значения не менее $10^8$ по модулю и ненулевые значения менее $10^{-6}$ выводятся в экспоненциальной форме с десятью знаками после десятичной точки. При недопустимом вычислении под результатом появляется сообщение об ошибке                                               |
|  | Числа и операции   | Цифры и точка формируют число; +, -, *, / выполняют основные арифметические операции; mod вычисляет остаток от деления; +/- изменяет знак всего текущего выражения. «=» выполняет вычисление, выводит результат и добавляет запись в историю                                                                                                                   |
|  | Научные функции    | $x^y$ – возведение в произвольную степень; $x^2$ – квадрат; $10^x$ – степень десяти; sqrt – квадратный корень; $1/x$ – обратное значение; pi и e – математические константы; log – десятичный логарифм; ln – натуральный логарифм; exp – экспонента; sin, cos и tan – тригонометрические функции; $ x $ – модуль; n! – факториал неотрицательного целого числа |

| Элемент интерфейса                                                                  | Функция                        | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Редактирование выражения       | С очищает выражение, результат и сообщение об ошибке; Back удаляет последний знак; круглые скобки задают порядок действий. Ans подставляет последний числовой результат в новое выражение. Для функций со скобкой завершите аргумент клавишей «)»                                                                                                                                                                                                                                       |
|    | История и ошибки               | История хранит до 12 последних вычислений в текущем окне, новые записи располагаются сверху. Нажатие записи возвращает исходное выражение на дисплей для повторного использования. Калькулятор сообщает о неподдерживаемых символах, недопустимом результате и факториале отрицательного или нецелого числа; исправьте выражение и повторите вычисление                                                                                                                                 |
|  | Категория, значение, «Из», «В» | «Категория» выбирает вид физической величины. В «Значение» допускается число с точкой или запятой. «Из» задает исходную единицу, «В» – требуемую. Результат пересчитывается автоматически при каждом изменении.<br>Доступны давление, температура, массовый расход, энергия, длина, объем, площадь, плотность, динамическая вязкость, кинематическая вязкость, теплопроводность и поверхностное натяжение. Списки «Из» и «В» автоматически ограничиваются единицами выбранной категории |
|  | Результат и ошибка ввода       | Карточка «Преобразованное значение» показывает рассчитанное число без принудительного округления интерфейсом. Если введенный текст нельзя преобразовать в число, отображается «Некорректный ввод». Исправьте поле «Значение»; результат обновится автоматически                                                                                                                                                                                                                         |

### 3.1.2. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЕКТА

Набор единиц определяет представление инженерных величин и формат чисел во всех рабочих областях текущего проекта. Переключатель доступен в правой части верхней панели только после

открытия проекта. Изменение набора не изменяет физический смысл исходных и расчетных данных: БАЗИС пересчитывает представление величин и их подписи в соответствии с настройками проекта. Быстрый выбор набора единиц проекта показан на рисунке 15.

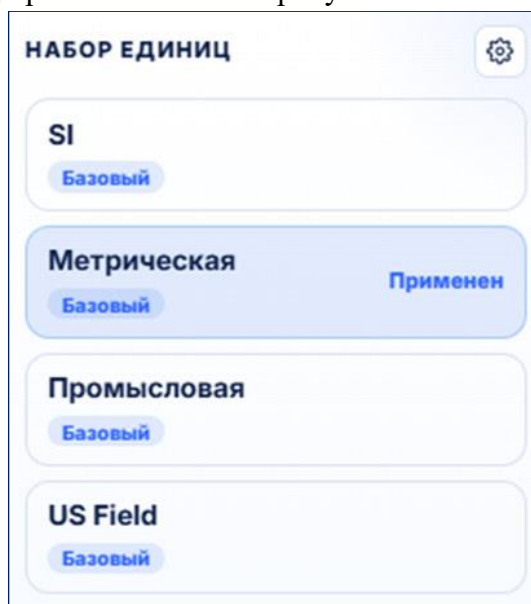


Рисунок 15. Быстрый выбор набора единиц проекта

Список быстрого выбора показывает базовые и пользовательские наборы. Базовые наборы имеют пометку «Базовый», созданные копии – «Пользовательский». Пометка «Применен» отображается у набора, который используется открытым проектом. Кнопка с шестеренкой открывает детальную настройку. Настройка единиц измерения проекта показана на рисунке 16.

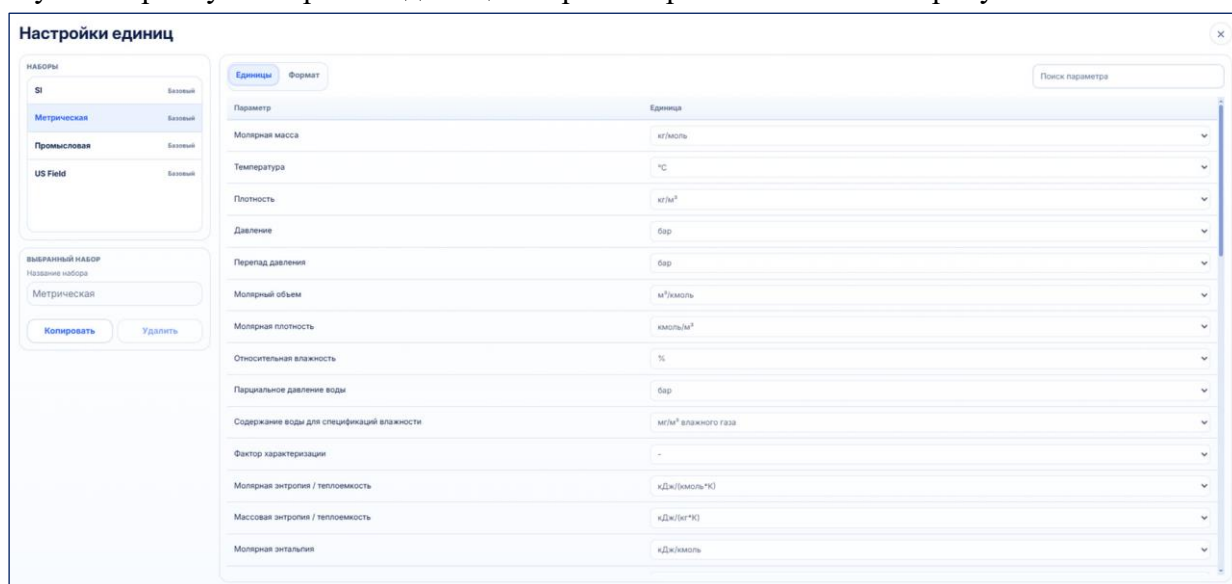


Рисунок 16. Настройка единиц измерения проекта

На вкладке «Единицы» для каждого параметра указана единица представления. Состав базового набора защищен от редактирования. Чтобы собрать собственный набор, создайте пользовательскую копию кнопкой «Копировать», задайте ей понятное наименование и выберите необходимые единицы в таблице. Настройка формата числовых значений показана на рисунке 17.

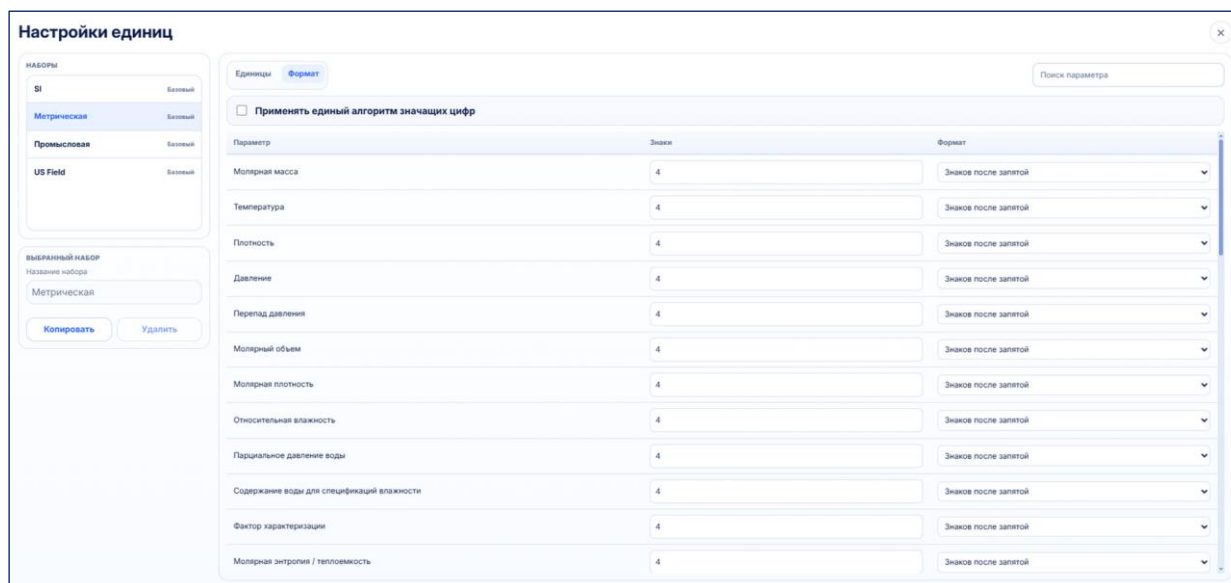


Рисунок 17. Настройка формата числовых значений

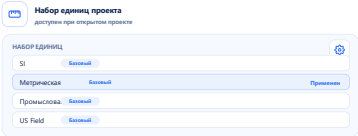
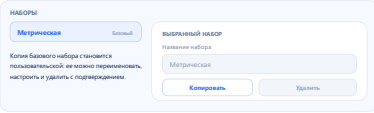
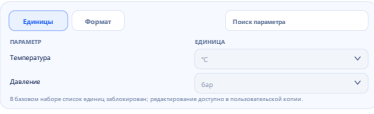
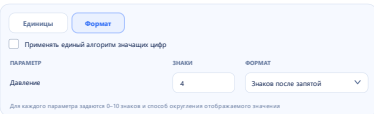
Вкладка «Формат» управляет только представлением чисел. При отключенном едином алгоритме для каждого параметра задаются количество знаков и правило округления. При включении флажка «Применять единый алгоритм значащих цифр» все числовые представления проекта используют одно число значащих цифр; очень малые и большие значения автоматически выводятся в научной нотации.

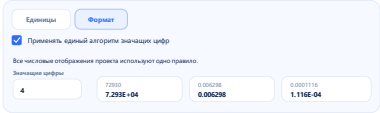
Для выбора или настройки единиц текущего проекта выполните следующие действия:

1. Откройте проект. Убедитесь, что в правой части верхней панели появилась пиктограмма линейки «Набор единиц проекта». Вне проекта эта команда не отображается.
2. Нажмите пиктограмму линейки. В раскрытом меню найдите набор с пометкой «Применен». Чтобы применить другой готовый набор, нажмите его строку и дождитесь обновления единиц в открытых областях проекта.
3. Для детальной настройки снова откройте меню и нажмите кнопку с шестеренкой. В окне «Настройки единиц» выберите набор в левой области. Для быстрого поиска величины используйте поле «Поиск параметра».
4. Если достаточно готового набора, просмотрите его единицы на вкладке «Единицы». Значения в базовом наборе заблокированы. Для изменения состава нажмите «Копировать»: БАЗИС создаст пользовательскую копию и применит ее к проекту.
5. При работе с пользовательской копией измените наименование набора и выберите требуемые единицы для параметров. Не закрывайте окно сразу после изменения: настройки сохраняются автоматически с небольшой задержкой.
6. Откройте вкладку «Формат». При индивидуальной настройке задайте для параметров от 0 до 10 знаков и выберите «Знаков после запятой» либо «Всего значащих цифр».
7. Чтобы использовать единое правило, установите флажок «Применять единый алгоритм значащих цифр» и задайте от 1 до 10 значащих цифр. Проверьте примеры обычной и научной записи на панели.
8. Закройте окно крестиком после сохранения. Чтобы удалить ненужную пользовательскую копию, выберите ее, нажмите «Удалить» и подтвердите действие. Базовые наборы удалить нельзя.

Элементы быстрого выбора и детальной настройки единиц приведены в таблице 12.

Таблица 12. Единицы измерения проекта

| Элемент интерфейса                                                                  | Функция                         | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Быстрый выбор набора            | Пиктограмма линейки отображается в группе быстрых инструментов только при открытом проекте. Меню содержит базовые наборы SI, «Метрическая», «Промысловая» и US Field, а также созданные пользователем наборы. Надпись «Применен» обозначает набор текущего проекта. Выбор другой строки сразу применяет ее к проекту; при ошибке сохранения восстанавливается прежний набор    |
|  | Наборы и пользовательские копии | Базовые наборы являются готовыми профилями: их наименование и состав единиц заблокированы. Кнопка «Копировать» создает пользовательскую копию выбранного набора и сразу делает ее текущей. Пользовательскую копию можно переименовать, изменить и удалить после подтверждения. Базовый набор удалить нельзя; после удаления пользовательского набора применяется «Метрическая» |
|  | Вкладка «Единицы»               | Таблица сопоставляет расчетный параметр и единицу представления. В базовом наборе списки заблокированы; для собственного сочетания единиц создайте пользовательскую копию. Поле «Поиск параметра» фильтрует таблицу по наименованию параметра. Если совпадений нет, выводится информационное состояние                                                                         |
|  | Вкладка «Формат»                | При отключенном едином алгоритме для каждого параметра задаются число знаков от 0 до 10 и способ представления: «Знаков после запятой» или «Всего значащих цифр». Формат можно изменять и для базового набора; при этом изменяется только округление и отображение результата, а не расчетное значение                                                                         |

| Элемент интерфейса                                                                | Функция                       | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Единый алгоритм значащих цифр | Флажок заменяет индивидуальные правила единым числом значащих цифр от 1 до 10 для всех числовых представлений проекта. Значения от 0,0001 до 9999 выводятся в обычной записи, за пределами этого диапазона применяется научная нотация. Панель показывает примеры до применения настроек к рабочим данным |

3.1.3. СПРАВКА

Справка приложения «Технология» предназначена для поиска методических материалов непосредственно во время работы с приложением. Она вызывается кнопкой со знаком вопроса в правой части верхней панели приложения, открывается в отдельном окне и не изменяет данные текущего проекта. Окно справки показано на рисунке 18.

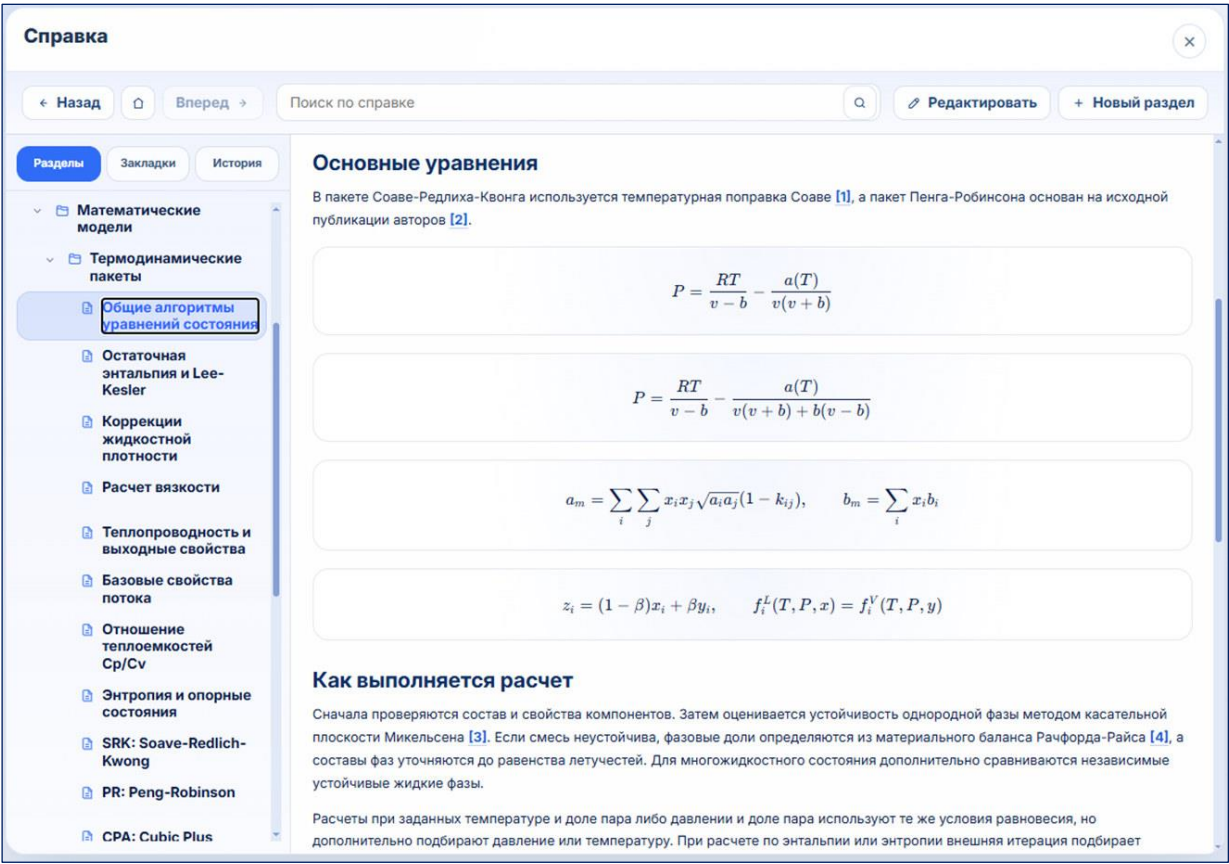


Рисунок 18. Окно «Справка»

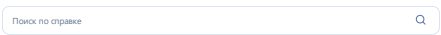
Для поиска и чтения справочного материала выполните следующие действия:

1. В приложении «Технология» нажмите пиктограмму со знаком вопроса в правой части верхней панели. БАЗИС откроет отдельное окно «Справка». Если браузер сообщает о блокировке, разрешите рорир-окна для БАЗИС и повторите действие.
2. Во вкладке «Разделы» раскройте нужную группу стрелкой и выберите статью. Для быстрого поиска введите термин или фразу в поле «Поиск по справке», затем нажмите лупу или Enter.

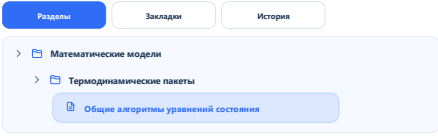
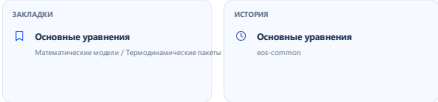
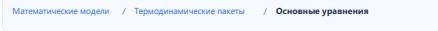
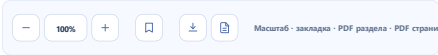
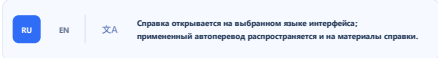


3. Если открыт список результатов, выберите название подходящего материала. Ориентируйтесь по указанному пути и фрагменту текста. Крестик в поле поиска очищает запрос и возвращает открытую статью.
4. Прочитайте материал в правой области. Переходите по встроенным ссылкам или строке пути над статьей. Для возврата к ранее просмотренным материалам используйте «Назад», «Вперед» или вкладку «История».
5. Чтобы сохранить часто используемую статью, нажмите пиктограмму закладки над содержимым. В дальнейшем откройте ее во вкладке «Закладки». Повторное нажатие пиктограммы удаляет закладку.
6. При необходимости измените масштаб статьи кнопками «-» и «+». Для загрузки используйте пиктограмму страницы; если выбран раздел с дочерними материалами, дополнительная пиктограмма загрузки сохраняет весь раздел в PDF.
7. Завершив работу, нажмите крестик в заголовке окна или клавишу Esc. Текущая история относится к сеансу браузера, а закладки и выбранный масштаб сохраняются локально. Элементы управления, состояния и ограничения окна «Справка» приведены в таблице 13.

Таблица 13. Элементы окна «Справка»

| Элемент интерфейса                                                                  | Функция                     | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Запуск и закрытие           | Пиктограмма со знаком вопроса на верхней панели приложения открывает «Справку» в отдельном изменяемом по размеру окне. Если браузер блокирует открытие, разрешите рорип-окна для БАЗИС и повторите действие. Крестик в заголовке или клавиша Esc закрывают только окно справки                                                                |
|  | «Назад», введение, «Вперед» | «Назад» и «Вперед» перемещают по последовательности ранее открытых материалов; недоступное направление отображается приглушенным. Кнопка с домом открывает вводный материал справки. При открытии нового материала после возврата вперед история продолжается от текущей позиции                                                              |
|  | Поиск                       | Введите запрос длиной до 255 знаков и нажмите лупу или Enter. Поиск выполняется по названиям и содержимому материалов; совпадения в названии имеют приоритет. Результаты содержат название, путь и фрагмент текста. Крестик очищает запрос и возвращает открытую статью. Если совпадений нет, уточните запрос или используйте дерево разделов |



| Элемент интерфейса                                                                  | Функция                | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | «Разделы» и дерево     | Вкладка «Разделы» показывает иерархию материалов. Стрелка разворачивает или сворачивает ветвь, папка обозначает группу, лист – отдельную статью. Выбранная строка выделяется. Нажатие названия открывает материал и автоматически раскрывает родительские ветви                                                                                          |
|    | «Закладки» и «История» | «Закладки» содержит сохраненные пользователем материалы и их путь. Закладки сохраняются локально в браузере между сеансами. «История» показывает посещенные материалы, новые записи расположены сверху; текущая запись выделена. История сохраняется в пределах текущего сеанса браузера                                                                 |
|  | Путь к статье          | Строка над статьей показывает положение выбранного материала в структуре справки. Нажатие любого предыдущего уровня открывает соответствующий родительский материал и добавляет переход в историю                                                                                                                                                        |
|  | Инструменты статьи     | Кнопки «-» и «+» изменяют масштаб статьи от 85 до 135% с шагом 10%; нажатие текущего процента возвращает 100%. Закладка добавляет или удаляет текущий материал. Значок загрузки выгружает выбранный раздел вместе с дочерними материалами и отображается только для раздела с подразделами; значок страницы выгружает только текущую статью в PDF        |
|  | Язык справки           | Без автоперевода справка загружается на выбранном языке интерфейса RU или EN. Если на верхней панели подготовлен и применен автоперевод на другой язык, БАЗИС переводит дерево, результаты поиска и текст статей; формулы, программный код и специально защищенные фрагменты сохраняются без перевода. Технические термины проверяйте по исходной версии |

| Элемент интерфейса                                                               | Функция              | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Ограниченные команды | «Редактировать» и «Новый раздел» отображаются только для учетной записи со специальным разрешением на ведение справки. Обычному пользователю эти команды недоступны и в пользовательские сценарии не входят. При включенном автоперевode редактирование также скрывается                                                                          |
|  | Загрузка и ошибки    | Во время получения дерева, статьи, поиска или PDF отображается индикатор выполнения, а повторные команды временно блокируются. При ошибке БАЗИС выводит сообщение в области содержимого; проверьте соединение и повторите действие. Если разделы еще не загружены или список закладок пуст, отображается соответствующее информационное состояние |

3.1.4. РАБОТА С ГРАФИКАМИ

Редактор графиков используется в разных расчетных окнах БАЗИС. Набор доступных команд зависит от конкретного графика: можно настраивать общие параметры, оси и серии, а также восстанавливать исходное оформление. Общий редактор показан на рисунке 19, его функции приведены в таблице 14.

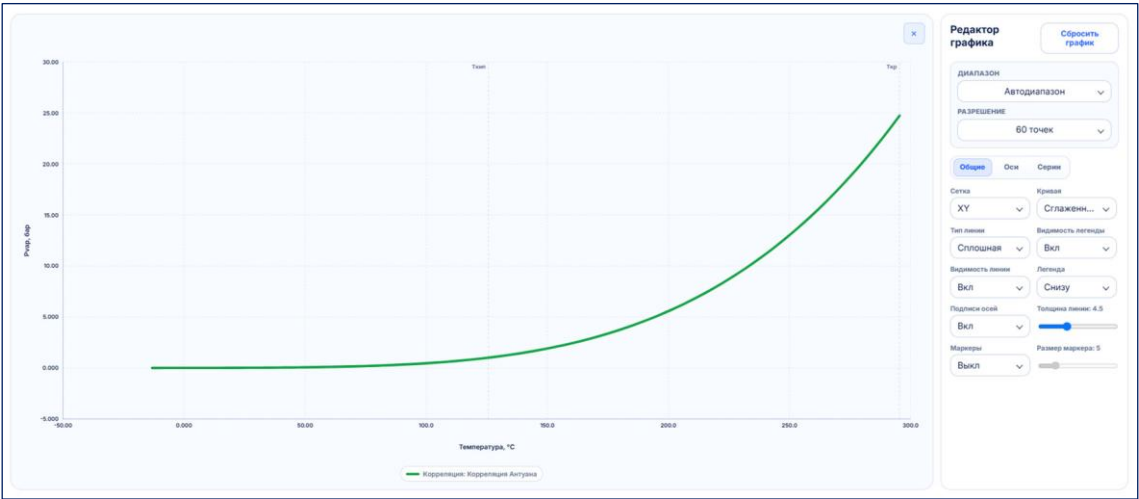
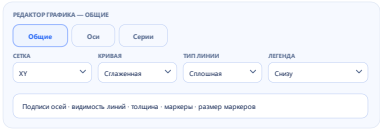
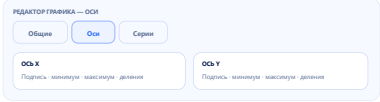
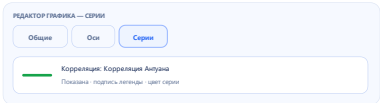
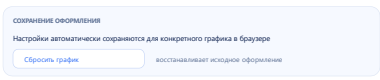


Рисунок 19. Общий редактор графика

Таблица 14. Элементы общего редактора графика

| Элемент интерфейса                                                                  | Раздел             | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | «Общие»            | Настраивает сетку XY, только X, только Y или без сетки; форму кривой – сглаженную, прямую или ступенчатую; тип линии – сплошной, штриховой или пунктирный. Здесь же управляют легендой, подписями осей, видимостью и толщиной линии, формой и размером маркеров. Недоступные параметры отображаются приглушенными                          |
|    | «Оси»              | Для осей X и Y позволяет изменить подпись, выбрать автоматические или ручные границы и задать число делений. Зафиксированные конкретным графиком границы отображаются, но не редактируются                                                                                                                                                 |
|  | «Серии»            | Для каждой серии задаются видимость, подпись легенды и цвет. Единственную видимую серию скрыть нельзя. Нажатие элемента легенды переключает видимость, двойное на графиках с несколькими сериями оставляет только выбранную серию                                                                                                          |
|  | Сохранение и сброс | Изменения оформления применяются сразу и сохраняются в текущем браузере отдельно для каждого графика. Они не изменяют исходные свойства компонента, коэффициенты корреляции и расчетные результаты. «Сбросить график» восстанавливает исходное оформление и диапазон просмотра. Кнопка с крестом или нажатие вне панели закрывает редактор |

## 3.2. РЕЕСТР ПРОЕКТОВ

### 3.2.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

Реестр проектов приложения «Технология» является основной точкой входа в рабочие среды технологического моделирования. В отличие от общеплатформенного каталога «Проекты», он содержит только папки и проекты приложения «Технология» и предоставляет прикладные команды создания, загрузки, организации, выбора и открытия объектов.

Рабочее окно состоит из трех связанных областей: навигации и дерева папок слева, реестра объектов в центре и панели предпросмотра справа. Реестр поддерживает несколько равноправных сценариев: работу по структуре папок, быстрый поиск по названию, переход к закрепленным или избранным объектам, работу с архивом и восстановление удаленных элементов. Поэтому действия выбираются по текущей задаче, а не выполняются как единая обязательная последовательность. Реестр проектов приложения «Технология» показан на рисунке 20.

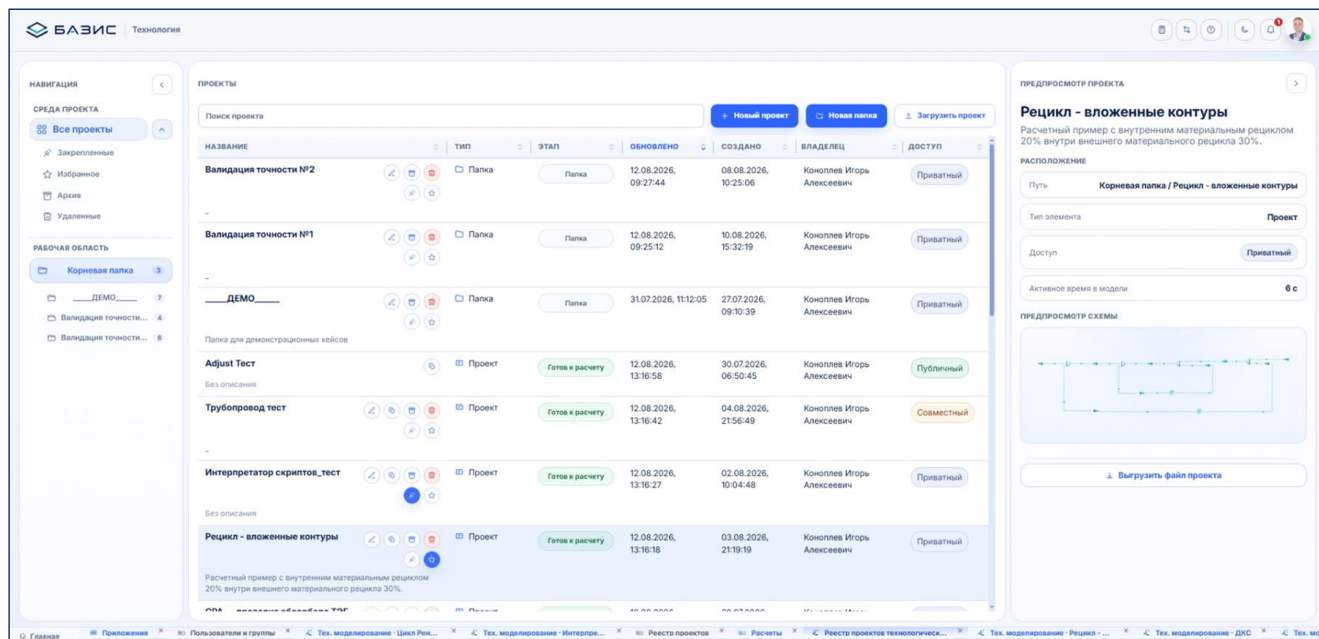


Рисунок 20. Реестр проектов приложения «Технология»

### 3.2.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ

Для выбора существующего проекта, создания нового объекта или выполнения операции над реестром используйте подходящий сценарий:

1. На странице «Приложения» откройте карточку «Технология» командой «Открыть». БАЗИС откроет реестр проектов этого приложения. Если окно «Технология» уже открыто, выберите соответствующую вкладку на панели открытых окон.
2. В левой области выберите «Все проекты» для работы по папкам либо «Закрепленные», «Избранное», «Архив» или «Удаленные» для соответствующего отбора. Для обычной работы по структуре оставьте «Все проекты» и выберите «Корневая папка» либо требуемую вложенную папку в рабочей области.
3. Для поиска введите полное или частичное название проекта или папки в поле «Поиск проекта». Состав реестра обновится по введенному значению. Чтобы снова показать доступное содержимое без поискового ограничения, очистите поле.
4. Если требуется создать объект, перейдите в целевую папку и нажмите «Новый проект» или «Новая папка». Для добавления ранее выгруженного проекта нажмите «Загрузить проект». Заполните открывшуюся форму и подтвердите операцию. Если команд нет или они неактивны, текущие права либо выбранное представление не позволяют создание в этом контексте.
5. Для упорядочивания списка нажмите заголовок нужного столбца. Повторное нажатие меняет направление сортировки. При необходимости перетащите разделитель в заголовке, чтобы изменить ширину столбца; заданная ширина сохраняется для реестра приложения.

6. Один раз нажмите строку папки или проекта. Строка будет выделена, а справа появятся сведения выбранного объекта. Сверьте название, описание, расположение, тип, доступ и, для проекта, миниатюру схемы до открытия рабочей среды.
7. Чтобы открыть папку, дважды нажмите ее строку. Чтобы перейти к работе с непубличным проектом, дважды нажмите строку проекта. Для публичного проекта используйте только предпросмотр; при необходимости продолжить работу нажмите «Скопировать и открыть копию».
8. Для операции без открытия проекта нажмите соответствующую пиктограмму в строке: измените свойства, скопируйте проект, переместите объект в архив или удаленные, закрепите его либо добавьте в избранное. Активная синяя булавка или звезда означает, что признак уже установлен. Доступны только команды, разрешенные текущему пользователю.
9. В представлении «Удаленные» проверьте название объекта и выберите круговую стрелку для восстановления либо пиктограмму корзины для окончательного удаления. Восстановленный объект возвращается в рабочую область реестра. Окончательное удаление необратимо и требует отдельного подтверждения; перед подтверждением сверьте перечень выбранных объектов.
10. Чтобы сохранить выбранный проект в файле, нажмите «Выгрузить файл проекта» в нижней части панели предпросмотра и дождитесь завершения формирования файла. При необходимости освободить место для реестра сверните панель стрелкой в ее заголовке.

Представление «Удаленные» с командами восстановления и окончательного удаления показано на рисунке 21.

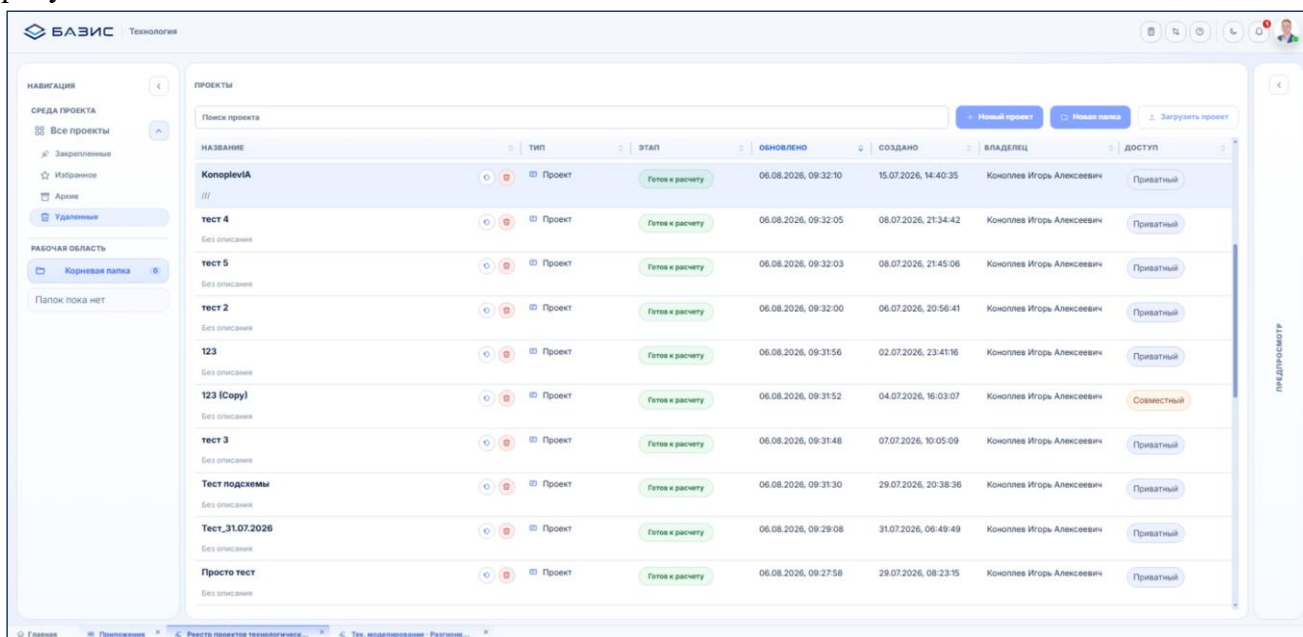


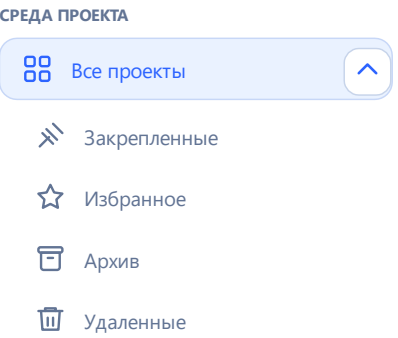
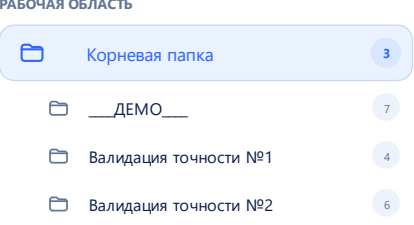
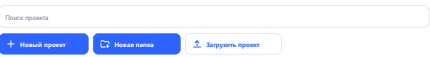
Рисунок 21. Представление «Удаленные» реестра проектов

Если в выбранном представлении нет объектов, БАЗИС показывает пустое состояние для закрепленных, избранных, архивных или удаленных элементов либо сообщение об отсутствии результатов поиска. Измените представление, выберите другую папку или очистите строку поиска.

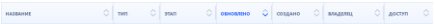
### 3.2.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА ПРОЕКТОВ

Пользовательские элементы управления, состояния и пиктограммы реестра приведены в таблице 15.

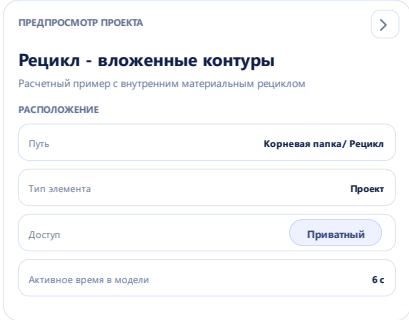
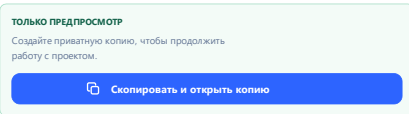
Таблица 15. Элементы реестра проектов приложения «Технология»

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                    | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Представления реестра</b>    | «Все проекты» показывает содержимое выбранной папки и служит основным рабочим представлением. «Закрепленные» и «Избранное» выводят отмеченные пользователем элементы независимо от текущей папки. «Архив» содержит перемещенные в архив проекты и папки. «Удаленные» содержит элементы, ожидающие восстановления или окончательного удаления. Представления являются независимыми сценариями отбора, а не последовательными шагами                             |
|  | <b>Рабочая область</b>          | Показывает корневую папку и вложенную структуру папок. Нажатие названия открывает выбранную папку, а счетчик справа показывает количество непосредственно содержащихся в ней элементов. Папки можно разворачивать и сворачивать; поддерживается вложенность до пяти уровней. При выборе специального представления дерево остается навигационным ориентиром, но отбор выполняется по выбранному представлению                                                  |
|  | <b>Поиск и команды создания</b> | Поле «Поиск проекта» выполняет поиск по названию среди доступных проектов и папок; для возврата к полному составу очистите поле. «Новый проект» открывает форму создания проекта в текущей папке. «Новая папка» создает вложенную папку. «Загрузить проект» открывает форму импорта ранее выгруженного файла проекта. Команды показываются только при наличии права записи и доступны в представлении «Все проекты»; создание в публичной папке не выполняется |



| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                    | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Столбцы и сортировка</b>     | «Название» содержит имя, описание и доступные действия; «Тип» отличает папку от проекта; «Этап» показывает готовность; «Обновлено» и «Создано» – дату и время; «Владелец» – владельца; «Доступ» – режим использования. Нажмите заголовок для сортировки; повторное нажатие меняет направление. По умолчанию применяется сортировка по обновлению от новых к старым, при этом папки располагаются перед проектами. Ширину столбцов можно изменять перетаскиванием разделителей заголовка                                           |
|  | <b>Строка папки или проекта</b> | Одинарное нажатие выбирает объект, выделяет строку и обновляет правую панель предпросмотра. Двойное нажатие открывает папку либо рабочую среду непубличного проекта. Для папки отображаются тип «Папка» и нейтральный этап; для проекта – тип «Проект», этап готовности и режим доступа. Под названием приводится описание либо текст «Без описания». В представлении «Удаленные» объекты двойным нажатием не открываются                                                                                                         |
|  | <b>Действия над объектом</b>    | Пиктограммы означают: карандаш – изменить свойства; два прямоугольника – скопировать проект; короб – переместить в архив или вернуть из него; корзина – переместить в удаленные; булавка – закрепить или открепить; звезда – добавить в избранное или убрать из него; круговая стрелка – восстановить из удаленных. В представлении «Удаленные» доступны восстановление и окончательное удаление. Копирование предусмотрено только для проекта. Состав действий зависит от прав пользователя; недоступные команды не отображаются |
|  | <b>Этап готовности</b>          | Метка показывает, что требуется для продолжения работы. «Нужен список компонентов» – компоненты не заданы;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |



| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                             | <p>«Нужен пакет свойств» – термодинамический пакет не выбран;</p> <p>«Готов к схеме» – можно формировать расчетную схему; «Готов к расчету» – проект подготовлен к запуску расчета.</p> <p>«Рабочая среда проекта» используется, когда специальная проверка готовности неприменима. Для папки выводится «Папка»</p>                                                                                                                       |
|    | <b>Режим доступа</b>        | <p>«Приватный» доступен владельцу и пользователям с явно предоставленными правами; «Совместный» предназначен для работы выбранных пользователей или групп; «Публичный» доступен для ознакомления в режиме предпросмотра. Если метка доступна как кнопка и у пользователя есть соответствующее право, нажатие открывает настройку доступа; иначе метка является информационной</p>                                                         |
|  | <b>Предпросмотр проекта</b> | <p>Отображает название и описание выбранного объекта, путь, тип, режим доступа и активное время в модели. Для папки вместо данных модели приводится сводка вложенных папок и проектов. Для проекта ниже выводится миниатюра сохраненной схемы либо пустое состояние, если схема еще не сохранена. Кнопка со стрелкой в заголовке сворачивает или разворачивает панель; выбранное состояние сохраняется для следующих открытий реестра</p> |
|  | <b>Публичный проект</b>     | <p>Публичный проект открывается только в панели предпросмотра и не переводит пользователя непосредственно в рабочую среду. Чтобы продолжить работу, нажмите «Скопировать и открыть копию». БАЗИС создаст приватную копию, не изменяя опубликованный источник, и откроет копию в приложении. Команда показывается при наличии права на копирование</p>                                                                                     |

| Элемент интерфейса                                                                                       | Наименование                    | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Выгрузить файл проекта | <b>«Выгрузить файл проекта»</b> | Формирует файл выбранного проекта для последующего хранения или загрузки в БАЗИС. Команда относится к объекту, выбранному в реестре, и на время формирования файла показывает состояние «Выгрузка...». Для объекта в представлении «Удаленные» выгрузка недоступна |

### 3.2.4. ОКНА СОЗДАНИЯ И ЗАГРУЗКИ

Команды «Новый проект», «Новая папка» и «Загрузить проект» открывают дополнительные окна реестра. Они доступны в представлении «Все проекты» при наличии права создания в выбранной непубличной папке. Ниже приведены порядок заполнения, проверки и результат каждой операции. Окно «Создать проект» показано на рисунке 22.

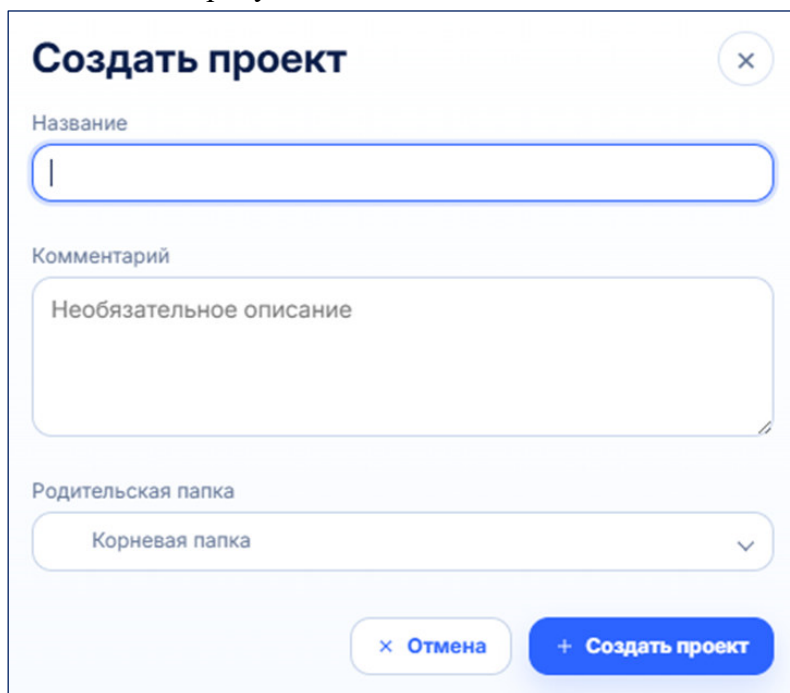


Рисунок 22. Окно «Создать проект»

Для создания проекта выполните следующие действия:

1. В реестре откройте папку, в которой требуется создать проект, и нажмите «Новый проект». Если команда не отображается, в текущем представлении или папке отсутствует возможность создания.
2. В поле «Название» введите имя проекта длиной до 200 знаков. Поле обязательно; имя не должно совпадать с именем другого проекта реестра без учета регистра.
3. При необходимости заполните поле «Комментарий». Текст будет отображаться как описание проекта в реестре и панели предпросмотра.
4. Проверьте «Родительскую папку». По умолчанию выбрано текущее расположение; при необходимости раскройте список и выберите другую доступную папку.

5. Нажмите «Создать проект». БАЗИС проверит данные; во время выполнения кнопка покажет «Создание...». При ошибке исправьте указанное поле и повторите действие.
6. После успешного создания окно закроется, и БАЗИС откроет рабочую среду нового проекта. Для выхода без создания нажмите «Отмена» или крестик до запуска операции.

Окно «Создать папку» показано на рисунке 23.

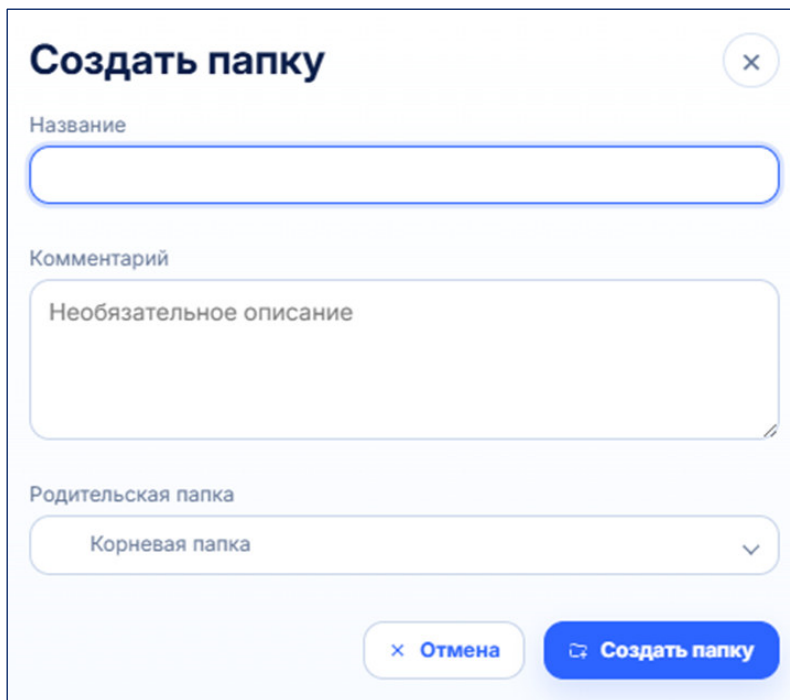


Рисунок 23. Окно «Создать папку»

Для создания папки выполните следующие действия:

1. Перейдите в предполагаемую родительскую папку и нажмите «Новая папка».
2. Введите обязательное название длиной до 200 знаков и, при необходимости, комментарий.
3. Проверьте значение «Родительская папка». Для другого расположения раскройте список и выберите доступную папку; максимальная вложенность составляет пять уровней.
4. Нажмите «Создать папку» и дождитесь завершения. При ошибке окно останется открытым с сообщением, а введенные данные можно исправить.
5. После успешного создания реестр обновится и выделит новую папку. Чтобы перейти внутрь, дважды нажмите ее строку. «Отмена» и крестик закрывают окно без создания, если операция еще не запущена.

Окно «Загрузить проект» показано на рисунке 24.

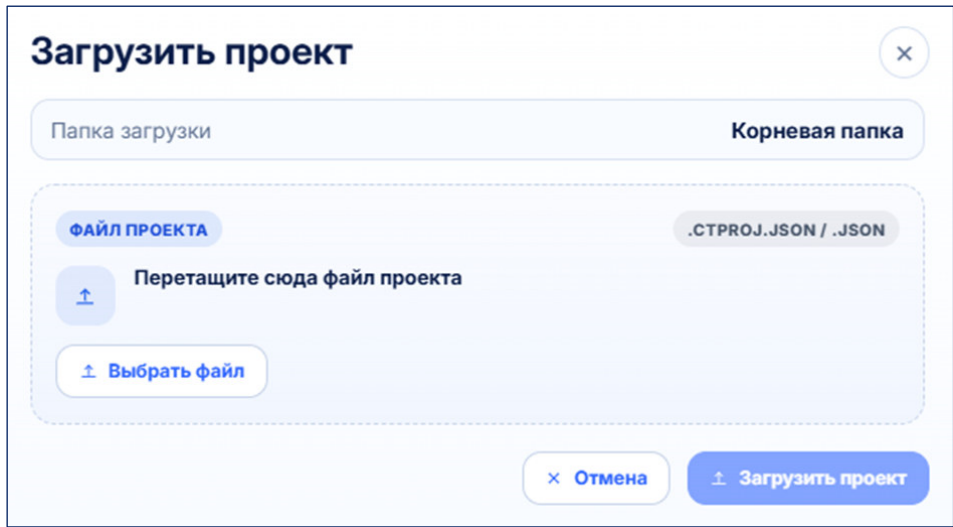


Рисунок 24. Окно «Загрузить проект»

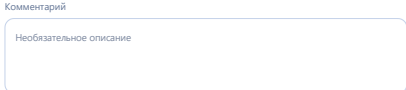
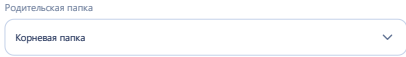
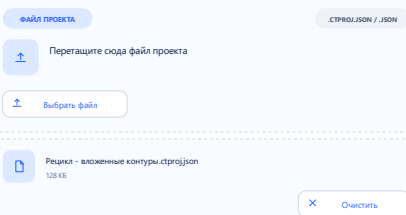
Для загрузки ранее выгруженного проекта выполните следующие действия:

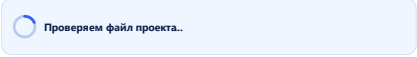
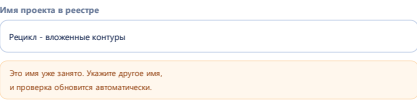
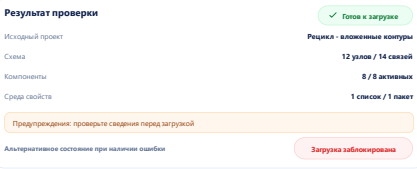
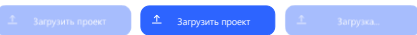
1. Откройте целевую папку реестра и нажмите «Загрузить проект». В строке «Папка загрузки» проверьте расположение; изменить его внутри окна нельзя.
2. Перетащите в обозначенную область файл проекта БАЗИС либо нажмите «Выбрать файл». Допустимы пакеты .ctproj.json и совместимые файлы .json.
3. Дождитесь завершения автоматической проверки. Во время проверки отображается «Проверяем файл проекта...», а закрытие, отмена и подтверждение загрузки временно недоступны.
4. Проверьте имя исходного проекта, имя и размер файла, статус, сводку схемы, компонентов, среды свойств, расчетов и реакций, а также предупреждения и проблемы загрузки.
5. При конфликте имени измените значение «Имя проекта в реестре». БАЗИС автоматически повторит проверку; отдельное подтверждение нового имени не требуется.
6. Если отображается «Готов к загрузке», ознакомьтесь с предупреждениями и продолжите. При статусе «Загрузка заблокирована» устраните указанную ошибку либо нажмите «Очистить» и выберите другой файл.
7. Нажмите «Загрузить проект». Во время выполнения отображается «Загрузка...». После успеха окно закроется, реестр обновится и выделит загруженный проект.
8. Откройте загруженный проект двойным нажатием его строки. Для выхода без загрузки нажмите «Отмена» или крестик до начала проверки либо после ее завершения.

Поля, команды и состояния дополнительных окон приведены в таблице 16.

Таблица 16. Элементы окон создания и загрузки проекта

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | «Название»   | Обязательное поле длиной до 200 знаков. Пробелы в начале и конце удаляются. Для проекта имя должно быть уникальным в реестре приложения без учета регистра; при совпадении БАЗИС предлагает указать другое имя. Пустое значение блокирует |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование           | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                        | создание и сопровождается сообщением «Введите название»                                                                                                                                                                                                                      |
|    | «Комментарий»          | Необязательное описание проекта или папки. Если поле не заполнено, объект создается без описания; в реестре под названием отображается соответствующее пустое состояние                                                                                                      |
|    | «Родительская папка»   | По умолчанию подставляется папка, открытая перед вызовом окна. Раскройте список, чтобы выбрать корневую или другую доступную папку. Вложенность папок поддерживается до пяти уровней; при превышении ограничения создание папки не выполняется                               |
|  | Заккрытие и отмена     | Кнопка с крестиком в заголовке и «Отмена» закрывают окно без сохранения введенных данных. Во время отправки запроса на создание элементы закрытия недоступны, чтобы операция не была прервана в промежуточном состоянии                                                      |
|  | Подтверждение создания | «Создать проект» или «Создать папку» запускает проверку формы и создание объекта. Во время выполнения текст меняется на «Создание...», а повторное нажатие блокируется. При ошибке окно остается открытым и показывает сообщение; исправьте данные и повторите подтверждение |
|  | «Папка загрузки»       | Показывает текущую папку реестра, в которую будет добавлен проект. Значение информационное и в окне не изменяется. Для выбора другого расположения закройте окно, перейдите в требуемую папку и снова вызовите «Загрузить проект»                                            |
|  | Файл проекта           | Перетащите в область файл, ранее выгруженный из БАЗИС, либо нажмите «Выбрать файл». Поддерживаются пакеты с расширением .ctproj.json и совместимые файлы .json; произвольный JSON не                                                                                         |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                   | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                | является проектом БАЗИС. После выбора отображаются имя и размер файла.<br>«Очистить» удаляет выбор и позволяет указать другой файл                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|    | <b>Автоматическая проверка</b> | Начинается сразу после выбора файла. БАЗИС проверяет формат пакета, принадлежность приложению, состав проектных данных и возможность загрузки. Во время проверки область файла, закрытие окна, отмена и подтверждение загрузки недоступны                                                                                                                                                                             |
|    | <b>Имя проекта в реестре</b>   | Сначала подставляется имя из файла. Его можно изменить перед загрузкой; допустимо до 200 знаков. Если имя уже занято, укажите другое: повторная проверка запускается автоматически и отдельной команды сохранения имени не требуется                                                                                                                                                                                  |
|  | <b>Результат проверки</b>      | Показывает исходное имя и сводку содержимого: схему, компоненты, среду свойств, расчеты и реакции. Статус «Готов к загрузке» разрешает продолжение. Предупреждения требуют ознакомления, но сами по себе не блокируют операцию. Ошибки приводят к статусу «Загрузка заблокирована»; устраните причину или выберите другой файл. Встроенный каталог компонентов не переносится: используется действующий каталог БАЗИС |
|  | <b>«Загрузить проект»</b>      | Неактивна до успешного завершения проверки и при отсутствии права создания в выбранной папке. После запуска отображается «Загрузка...», повторное нажатие и закрытие окна блокируются. При успехе окно закрывается, реестр обновляется и загруженный проект выделяется; открыть его можно двойным нажатием строки. При ошибке окно остается открытым с сообщением                                                     |

### 3.3. ПАРАМЕТРЫ ПРОЕКТА

Раздел «Параметры» объединяет проектные условия пересчета, настройки сравнения данных, внешний вид объектов схемы и способ ввода состояния материального потока. Перейдите в него из группы «Настройки проекта» боковой панели. Изменение на одной вкладке не сбрасывает значения остальных вкладок.

Фиксированные условия, пороги таблиц потоков и режим интерфейса моделирования сохраняются в данных проекта автоматически. Размеры и цвета иконок сохраняются отдельно для проекта в текущем браузере; при открытии проекта в другом браузере или на другом компьютере эти две группы настроек необходимо задать повторно. Кнопка «Сбросить к значениям по умолчанию» действует только на открытую вкладку.

Назначение вкладок страницы «Параметры» приведено в таблице 17.

Таблица 17. Вкладки страницы «Параметры»

| Вкладка                        | Назначение                                                                                                  | Особенности применения                                                                    |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Фиксированные условия</b>   | Задаёт базисы пересчета объемных расходов, параметры окружающей среды и пороги сравнения в таблицах потоков | Значения и выбранные единицы сохраняются в проекте автоматически                          |
| <b>Размер иконок</b>           | Устанавливает масштаб каждого доступного типа объекта схемы                                                 | Настройка хранится для проекта в текущем браузере; доступен отдельный сброс каждого типа  |
| <b>Цвет иконок</b>             | Выбирает готовый цветовой набор или четыре пользовательских цвета                                           | Изменения сразу отображаются в предпросмотре и сохраняются для проекта в текущем браузере |
| <b>Интерфейс моделирования</b> | Выбирает стандартный или альтернативный способ ввода состояния материального потока                         | Режим применяется ко всем редакторам материальных потоков текущего проекта                |

#### 3.3.1. ФИКСИРОВАННЫЕ УСЛОВИЯ И ТАБЛИЦЫ ПОТОКОВ

На вкладке «Фиксированные условия» задаются четыре набора температуры и абсолютного давления, параметры окружающей среды и проектные пороги относительного отклонения. Общий вид вкладки показан на рисунке 25.



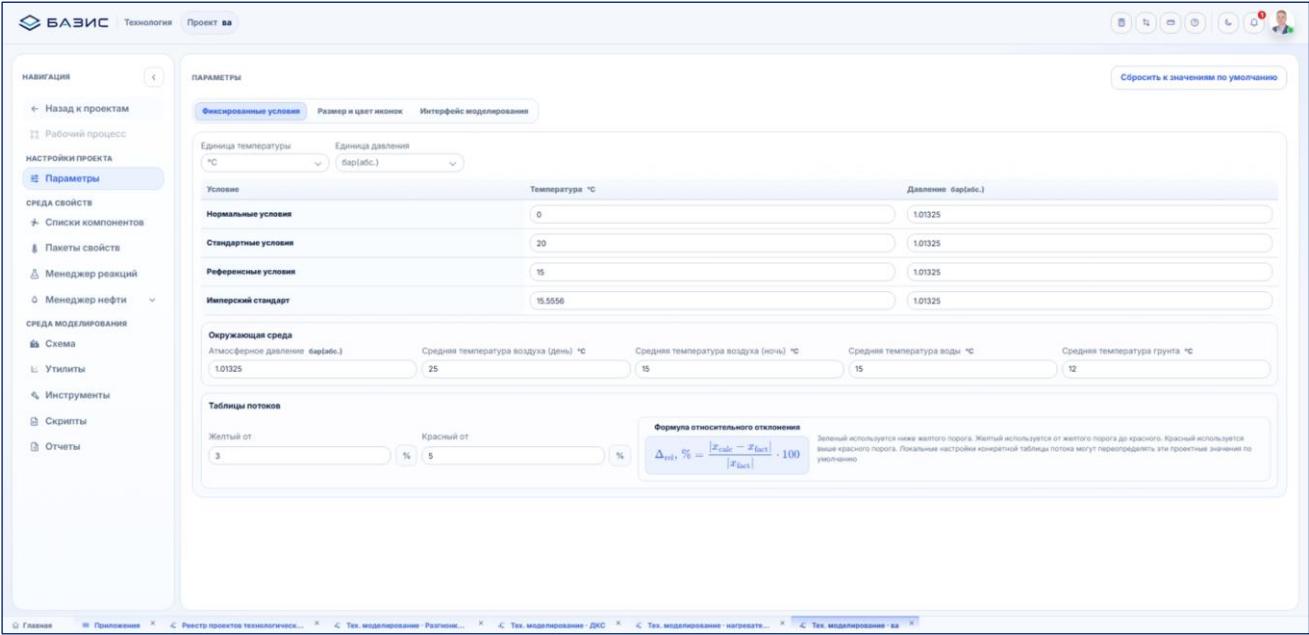


Рисунок 25. Фиксированные условия проекта и пороги таблиц потоков

Значения по умолчанию и назначение групп приведены в таблице 18. Выбор единицы температуры или абсолютного давления изменяет соответствующую единицу представления проекта; введенные значения пересчитываются без изменения физического состояния.

Таблица 18. Фиксированные условия и значения по умолчанию

| Группа              | Значения по умолчанию                                                             | Назначение                                                                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Нормальные условия  | 0 °C; 1,01325 бар(абс.)                                                           | Базис объемов и расходов, обозначаемых как нормальные                       |
| Стандартные условия | 20 °C; 1,01325 бар(абс.)                                                          | Базис стандартных объемов и расходов                                        |
| Референсные условия | 15 °C; 1,01325 бар(абс.)                                                          | Дополнительный проектный базис пересчета                                    |
| Имперский стандарт  | 15,5556 °C; 1,01325 бар(абс.)                                                     | Базис стандартных кубических футов при 60 °F                                |
| Окружающая среда    | 1,01325 бар(абс.); воздух днем 25 °C; воздух ночью 15 °C; вода 15 °C; грунт 12 °C | Исходные условия для расчетов, использующих характеристики окружающей среды |
| Таблицы потоков     | Желтый от 3 %; красный от 5 %                                                     | Проектные границы цветовой оценки относительного отклонения                 |

Относительное отклонение определяется как  $|x_{расч} - x_{факт}| / |x_{факт}| \cdot 100 \%$ . Зеленый цвет используется ниже желтого порога, желтый - от желтого порога до красного, красный - выше красного порога. Локальные настройки конкретной таблицы потока имеют приоритет над проектными значениями.

Для изменения фиксированных условий выполните следующие действия:

1. Выберите единицы температуры и абсолютного давления. Для температуры доступны К, °C и °F; список давления содержит только абсолютные единицы.

2. Введите температуру и давление для требуемых наборов условий. Давление не может быть отрицательным; температура ограничивается физически допустимым диапазоном интерфейса.
3. При необходимости измените атмосферное давление и средние температуры воздуха днем и ночью, воды и грунта.
4. Задайте неотрицательные пороги «Желтый от» и «Красный от». Если границы введены в обратном порядке, БАЗИС нормализует их так, чтобы желтый порог не превышал красный.
5. Дождитесь автоматического сохранения. Если сохранить данные не удалось, исправьте причину сообщения в верхней части страницы и повторите ввод.

### 3.3.2. РАЗМЕР И ЦВЕТ ИКОНОК

Вкладка «Размер иконок» позволяет независимо масштабировать каждый доступный тип объекта схемы. Текущие значения показаны в процентах на рисунке 26.

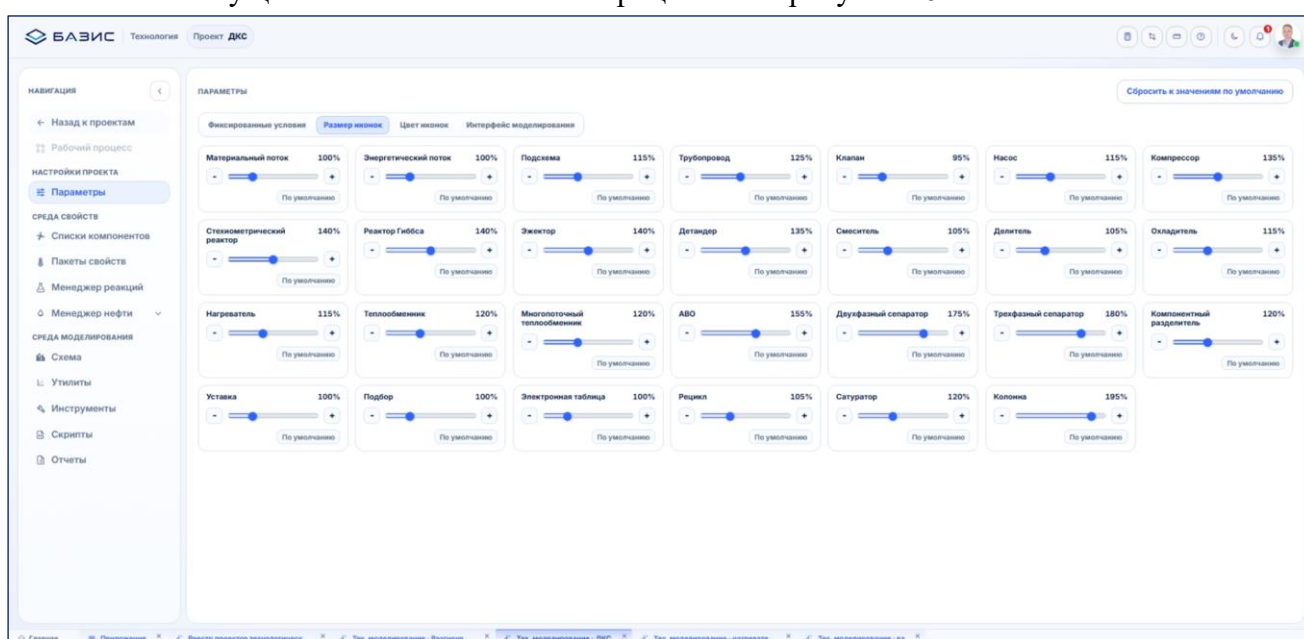


Рисунок 26. Настройка размеров иконок объектов схемы

Допустимый масштаб составляет 60-220%. Ползунок и кнопки «-» и «+» изменяют значение с шагом 10%. Команда «По умолчанию» в карточке восстанавливает базовый масштаб только выбранного типа; кнопка общего сброса восстанавливает базовые масштабы всех типов на вкладке.

Вкладка «Цвет иконок» показана на рисунке 27. Цветовая схема применяется к поддерживаемым иконкам и сразу отображается в области предпросмотра.

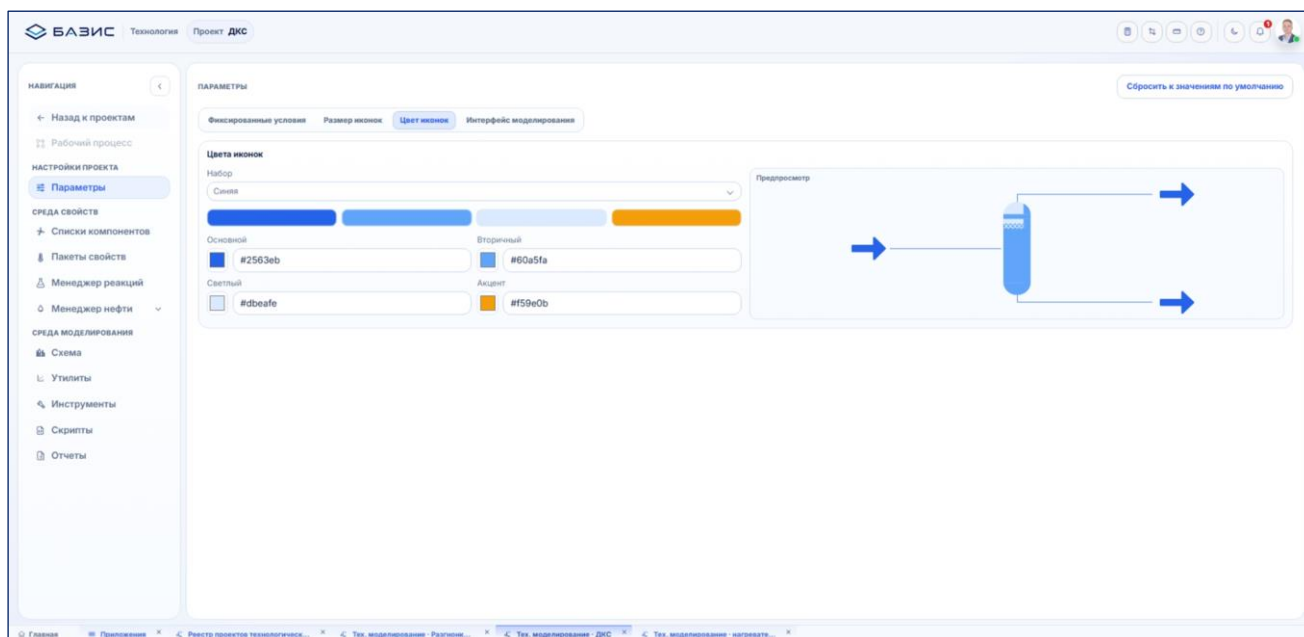


Рисунок 27. Настройка цветовой схемы иконок

Элементы настройки размеров и цветов приведены в таблице 19.

Таблица 19. Элементы настройки размеров и цветов иконок

| Элемент                              | Назначение                                                             | Действия пользователя                                                                                                                                            |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Карточка типа объекта                | <b>Показывает наименование и текущий масштаб</b>                       | Используйте ползунок либо кнопки «-» и «+»; для возврата одного значения нажмите «По умолчанию»                                                                  |
| Набор                                | <b>Выбирает согласованную палитру</b>                                  | Доступны стандартная, синяя, изумрудная, графитовая, фиолетовая, янтарная, морская, индиго и медная палитры; ручное изменение переводит настройку в режим «Своя» |
| Основной, вторичный, светлый, акцент | <b>Задают четыре роли цвета поддерживаемых иконок</b>                  | Выберите цвет в палитре или введите шестизначное значение HEX с символом #                                                                                       |
| Предпросмотр                         | <b>Показывает применение цветов к потокам и двухфазному сепаратору</b> | Проверьте различимость линий, оборудования и акцентных деталей до перехода к схеме                                                                               |
| Сброс вкладки                        | <b>Возвращает базовые значения открытой вкладки</b>                    | Общий сброс размеров не изменяет цвета; общий сброс цветов не изменяет размеры                                                                                   |

### 3.3.3. ИНТЕРФЕЙС МОДЕЛИРОВАНИЯ

Вкладка «Интерфейс моделирования» выбирает представление ввода материального потока. Альтернативный режим показан на рисунке 28.

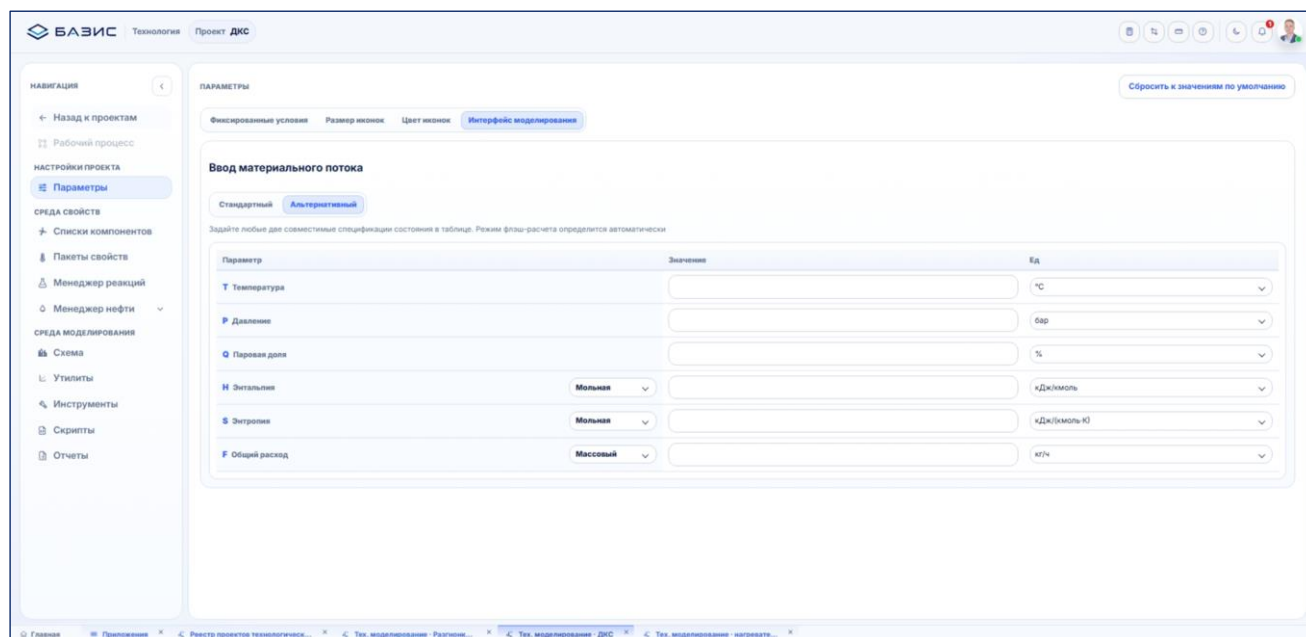


Рисунок 28. Альтернативный интерфейс ввода материального потока

Различия режимов приведены в таблице 20. Изменение режима не пересчитывает поток и не подставляет новые исходные значения: оно меняет способ выбора спецификаций в редакторе.

Таблица 20. Режимы ввода материального потока

| Режим          | Ввод состояния                                                                               | Особенности                                                                                            |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Стандартный    | Сначала выбирается режим флеш-расчета, затем заполняются две предусмотренные им спецификации | Пользователь явно задает постановку TP, TQ, PQ, PH, TH, PS, TS или HS                                  |
| Альтернативный | В общей таблице заполняются любые две совместимые спецификации T, P, Q, H или S              | БАЗИС автоматически определяет режим флеш-расчета; для H и S можно выбрать мольную или массовую основу |
| Общий расход F | Задается отдельно от двух спецификаций состояния                                             | Можно выбрать основу расхода, значение и единицу; расход не заменяет вторую спецификацию состояния     |
| Сброс вкладки  | Возвращает стандартное представление                                                         | Ранее сохраненные параметры потоков не удаляются                                                       |

В альтернативном режиме совместимыми являются пары TP, TQ, PQ, PH, TH, PS, TS и HS. Не заполняйте более двух спецификаций состояния одновременно. После изменения режима откройте редактор материального потока и проверьте, что требуемая пара параметров и единицы отображаются корректно.

## 3.4. СПИСКИ КОМПОНЕНТОВ

### 3.4.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРОЕКТНАЯ НАВИГАЦИЯ

Список компонентов определяет набор химических веществ, доступных при подготовке термодинамических пакетов и технологической модели проекта. В одном проекте можно создать несколько списков и связать требуемый список с пакетом свойств. После создания технологического проекта, для которого еще не выполнена инженерная настройка, БАЗИС открывает реестр «Списки компонентов» как первый рабочий шаг. В новом проекте реестр не содержит записей и отображает пустое состояние, показанное на рисунке 29.

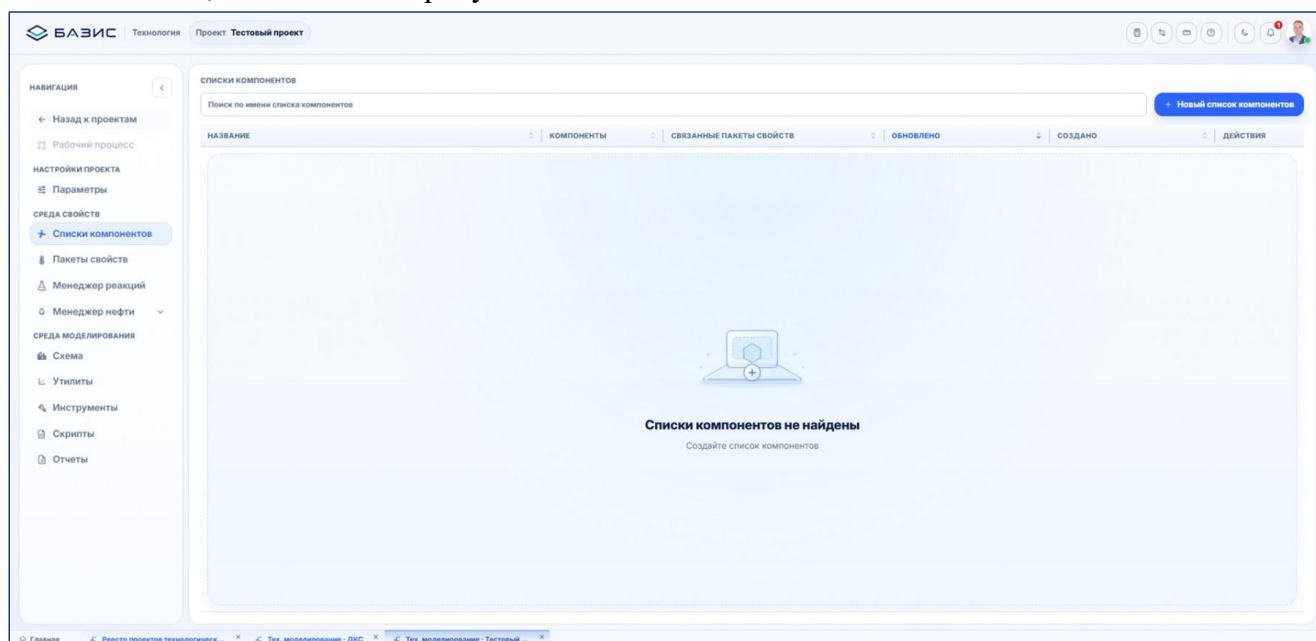


Рисунок 29. Реестр списков компонентов нового проекта

Основные переходы проектной среды приведены в таблице 21. Они сохраняются при переходе между рабочими областями проекта.

Таблица 21. Боковое меню проектной среды

| Наименование              | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                       |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Панель «Навигация»</b> | Содержит переходы внутри текущего проекта. Кнопка со стрелкой в заголовке сворачивает панель и освобождает место для рабочей области; повторное нажатие разворачивает ее |
| <b>«Назад к проектам»</b> | Возвращает в реестр проектов приложения «Технология». Текущий проект при этом не удаляется и может быть открыт повторно из реестра                                       |
| <b>«Рабочий процесс»</b>  | Приглушенный пункт относится к функции, находящейся в разработке. В текущей версии переход недоступен                                                                    |
| <b>«Параметры»</b>        | Открывает параметры проекта: настройки единиц, расчетных условий и представления модели. Состав доступных параметров зависит от конфигурации проекта                     |

| Наименование         | Назначение и действия пользователя                                                                                                                    |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «Списки компонентов» | Открывает реестр наборов химических компонентов проекта. Активный пункт выделяется цветом. Работа с этим реестром описана в настоящем разделе         |
| «Пакеты свойств»     | Открывает реестр термодинамических пакетов свойств. Пакет может быть связан со списком компонентов и использоваться в расчетах свойств потоков        |
| «Менеджер реакций»   | Открывает средства подготовки реакций и наборов реакций, применяемых в технологической модели                                                         |
| «Менеджер нефти»     | Разворачивает рабочие области для гипоконпонентов, анализов, флюидов и наборов корреляций. Стрелка справа раскрывает или сворачивает вложенные пункты |
| «Схема»              | Открывает среду построения и расчета технологической схемы проекта                                                                                    |
| «Утилиты»            | Открывает реестр инженерных утилит, доступных в контексте текущего проекта                                                                            |
| «Инструменты»        | Открывает вспомогательные инструменты технологического моделирования, доступные для проекта                                                           |
| «Скрипты»            | Открывает реестр проектных скриптов. Пункт отображается только при наличии соответствующего разрешения                                                |
| «Отчеты»             | Открывает область формирования и просмотра отчетных материалов проекта                                                                                |

### 3.4.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ

Заполненный реестр показан на рисунке 30. Для создания и последующей работы со списком компонентов выполните следующие действия:

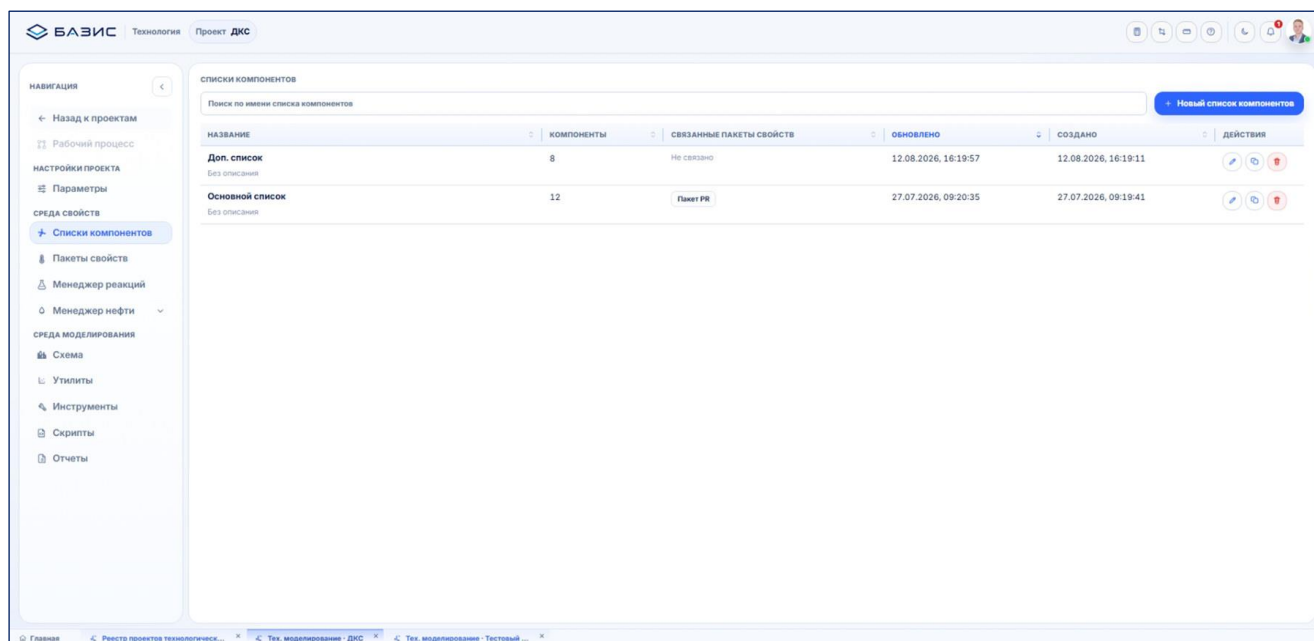


Рисунок 30. Заполненный реестр списков компонентов

1. Если реестр не был открыт автоматически после создания проекта, выберите в боковом меню пункт «Списки компонентов».
2. Для нового проекта нажмите «Новый список компонентов» либо пустую область с сообщением «Списки компонентов не найдены». В заполненном реестре используйте кнопку «Новый список компонентов» над таблицей.
3. В окне «Создать список компонентов» введите уникальное понятное наименование длиной до 200 знаков. При необходимости добавьте комментарий, поясняющий назначение или область применения списка.
4. Нажмите «Создать». БАЗИС сохранит пустой список и откроет редактор его состава.
5. Для поиска существующей записи начните вводить наименование или текст комментария в поле поиска. Результаты обновляются сразу; регистр символов не учитывается.
6. При необходимости отсортируйте реестр нажатием заголовка колонки. Повторное нажатие меняет направление сортировки. По умолчанию первыми показаны списки, обновленные позднее.
7. Проверьте сведения в требуемой строке: число компонентов, связанные пакеты свойств, даты обновления и создания. Затем откройте список кнопкой с карандашом или двойным нажатием по строке.
8. Чтобы использовать существующий состав как основу, нажмите кнопку копирования. БАЗИС создаст отдельную копию списка и откроет ее для дальнейшей работы.
9. Чтобы удалить ненужный список, нажмите красную кнопку с корзиной и подтвердите необратимое действие. Создание, копирование и удаление доступны только при наличии права изменения проекта.

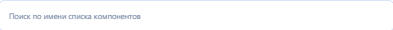
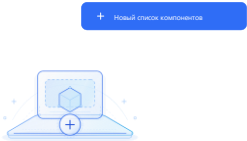
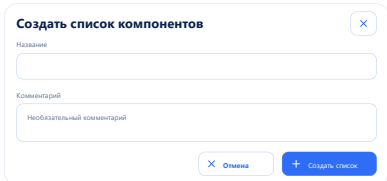
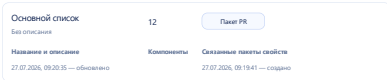
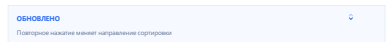
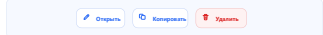
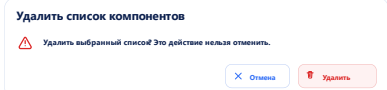
Если проект открыт только для просмотра, команды изменения отключены.

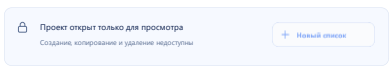
### 3.4.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА

Элементы управления, информационные поля и состояния реестра приведены в таблице 22.



Таблица 22. Элементы реестра списков компонентов

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                       | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Поле поиска                        | Фильтрует реестр непосредственно при вводе. Поиск выполняется без учета регистра по наименованию и комментарию. Очистите поле, чтобы показать все записи                                                                     |
|    | Создание первого или нового списка | Кнопка «Новый список компонентов» находится над реестром. Если записей нет, нажать можно также пустую область с сообщением «Списки компонентов не найдены». Действие требует права изменения проекта                         |
|   | Окно «Создать список компонентов»  | Введите обязательное наименование длиной до 200 знаков и при необходимости комментарий. «Создать» сохраняет пустой список и открывает редактор; «Отмена» или закрытие прекращает операцию без создания                       |
|  | Строка реестра                     | Показывает наименование, комментарий, число компонентов, связанные пакеты свойств и даты. При отсутствии комментария или связи отображается «Без описания» или «Не связано»; счетчик после меток показывает остальные пакеты |
|  | Сортировка                         | Нажмите заголовок колонки для сортировки; повторное нажатие меняет направление. Доступны наименование, число компонентов, связанные пакеты и даты. Исходно первыми показаны недавно обновленные записи                       |
|  | Действия со строкой                | Карандаш открывает список; тот же переход выполняется двойным нажатием по строке. Копирование создает список с тем же составом и связями, добавляет «(Сору)» и открывает копию. Красная корзина запускает удаление           |
|  | Подтверждение удаления             | БАЗИС показывает выбранное наименование и предупреждает, что действие нельзя отменить. После проверки                                                                                                                        |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование                   | Назначение и действия пользователя                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |                                | нажмите «Удалить»; «Отмена» или закрытие сохраняет список                                                                                                    |
|  | <b>Режим «только просмотр»</b> | Сообщение «Проект открыт только для просмотра» означает, что создание, копирование и удаление недоступны. Существующий список можно открыть для ознакомления |

### 3.4.4. РЕДАКТОР СПИСКА КОМПОНЕНТОВ

Редактор открывается после создания списка либо из реестра списков компонентов. Он используется для изменения наименования и комментария, выбора веществ из доступной базы данных и задания порядка компонентов. Общий вид окна приведен на рисунке 31.

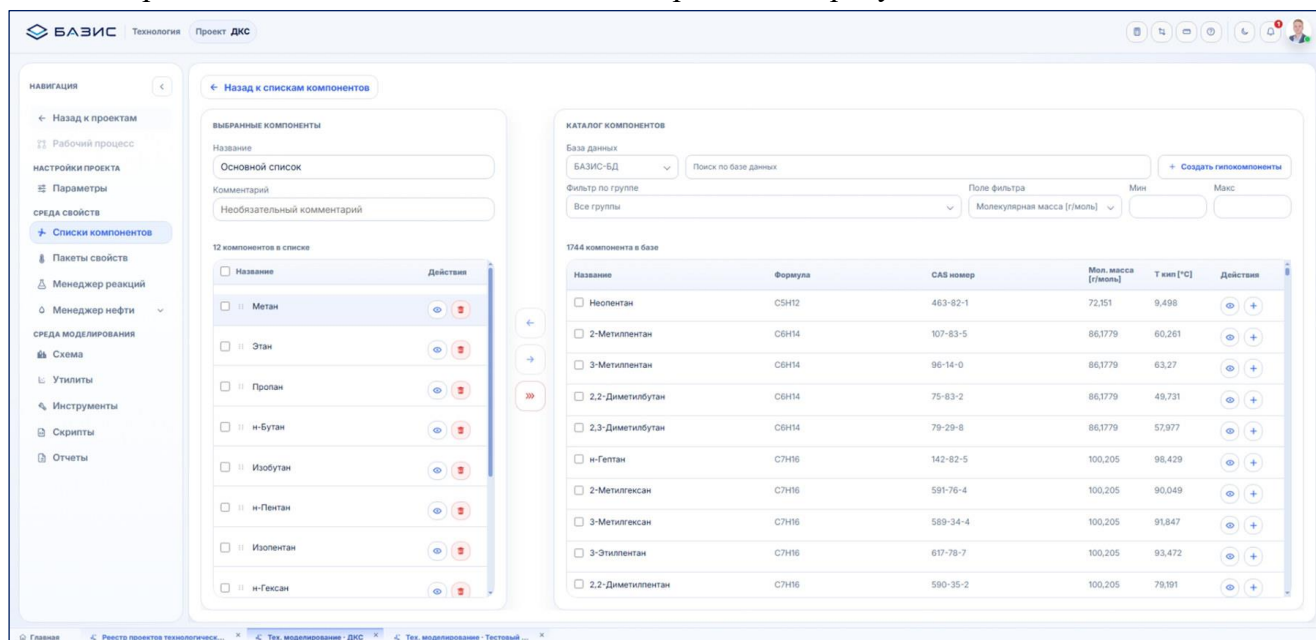


Рисунок 31. Редактор списка компонентов

Для формирования состава списка выполните следующие действия:

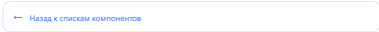
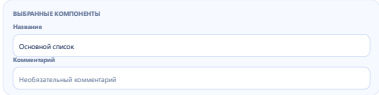
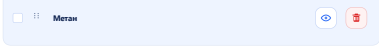
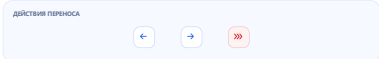
1. Проверьте наименование списка и при необходимости измените его. В поле «Комментарий» укажите назначение списка, технологическую среду или другие сведения, помогающие отличить его от остальных списков проекта.
2. В области «Каталог компонентов» выберите требуемую базу данных.
3. Сократите каталог поиском по наименованию, ключу, IUPAC-наименованию, CAS-номеру, молекулярной формуле, алиасу или синониму. При необходимости выберите группу или подгруппу.
4. Для числового отбора выберите «Поле фильтра» и задайте нижнюю и (или) верхнюю границу. Доступны свойства, содержащие числовые значения в активной базе; значения вводятся в единицах, настроенных для проекта. Десятичную часть можно отделять точкой или запятой.

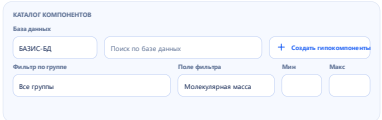
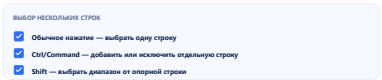
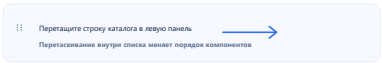
- Добавьте отдельный компонент кнопкой с плюсом в строке либо перетащите строку каталога в левую область. Для группового добавления отметьте несколько строк и нажмите стрелку влево между панелями.
- Для выбора диапазона сначала нажмите начальную строку, затем удерживайте Shift и нажмите конечную. Ctrl или Command позволяет добавить либо исключить отдельные строки без сброса остальных выбранных записей.
- Проверьте состав в области «Выбранные компоненты». Для изменения порядка перетащите компонент за маркер из шести точек в требуемую позицию.
- Для удаления одного компонента нажмите красную корзину в его строке. Для группового удаления отметьте строки слева и нажмите стрелку вправо. Тройная красная стрелка удаляет из списка все компоненты.
- Чтобы просмотреть свойства вещества, нажмите кнопку с глазом или дважды нажмите строку выбранного компонента либо каталога. Подробное содержание окна свойств описывается после рассмотрения соответствующего экрана.
- Дождитесь завершения автоматического сохранения перед закрытием вкладки. При возврате кнопкой «Назад к спискам компонентов» БАЗИС дополнительно отправляет на сохранение ожидающие изменения.

Кнопка «Создать гипоконпоненты» открывает рабочую область «Менеджер нефти» для подготовки пользовательских гипоконпонентов. После их создания вернитесь в редактор и выберите соответствующую базу данных или обновленный каталог.

Элементы управления и способы работы с редактором приведены в таблице 23.

Таблица 23. Элементы редактора списка компонентов

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                          | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>«Назад к спискам компонентов»</b>  | Возвращает в реестр списков текущего проекта. Перед переходом БАЗИС отправляет на сохранение ожидающие изменения редактора                                                                                                |
|  | <b>Сведения о списке</b>              | Поля позволяют изменить наименование и комментарий. Наименование обязательно и содержит до 200 знаков; комментарий необязателен. Изменения сохраняются автоматически                                                      |
|  | <b>Область «Выбранные компоненты»</b> | Содержит текущий состав и счетчик компонентов. Флажки служат для групповых операций. Маркер из шести точек позволяет перетаскиванием менять порядок. Глаз открывает свойства, красная корзина удаляет компонент из списка |
|  | <b>Действия переноса</b>              | Стрелка влево добавляет отмеченные строки каталога. Стрелка вправо удаляет отмеченные строки из списка. Тройная                                                                                                           |

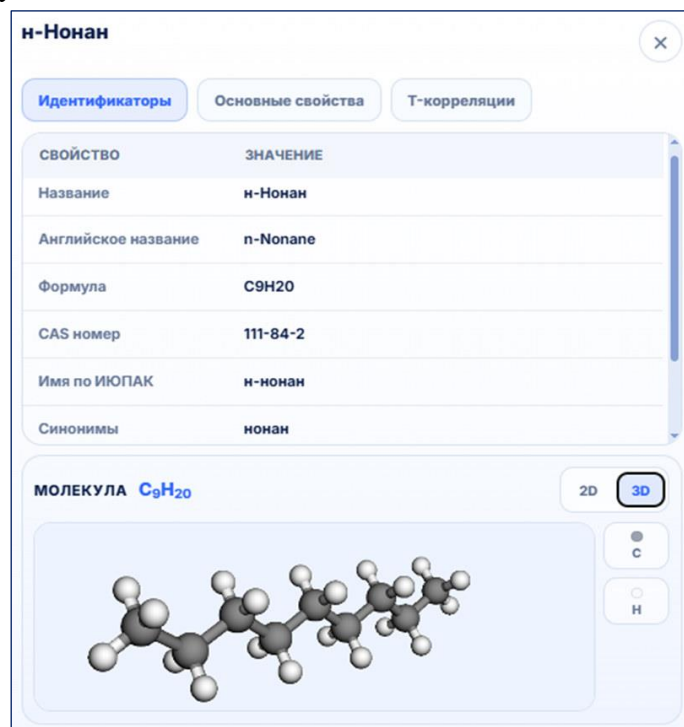
| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование               | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                            | красная стрелка удаляет все компоненты. Недоступная команда отображается приглушенной                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | <b>Панель каталога</b>     | Выбор базы данных переключает источник компонентов; недоступные базы нельзя выбрать. Поиск проверяет ключ, наименование, IUPAC-наименование, CAS, формулу, алиасы и синонимы. Фильтр по группе поддерживает группы и подгруппы. Числовой фильтр применяется к выбранному свойству в диапазоне «Мин»–«Макс» и использует проектные единицы |
|   | <b>Строка каталога</b>     | Показывает наименование, формулу, CAS, молекулярную массу и нормальную температуру кипения. Флажок отмечает строку, глаз открывает свойства, плюс добавляет компонент. Добавленные компоненты исключаются из каталога                                                                                                                     |
|  | <b>Множественный выбор</b> | Обычное нажатие по строке оставляет выбранной одну запись. Ctrl или Command добавляет и исключает отдельные строки. Shift выбирает непрерывный диапазон от опорной строки; Ctrl/Command вместе с Shift добавляет диапазон к текущему выбору                                                                                               |
|  | <b>Перетаскивание</b>      | Строку каталога можно перетащить в область выбранных компонентов и вставить в требуемое место. Перетаскивание строки внутри левой таблицы меняет порядок списка; линия вставки показывает будущую позицию                                                                                                                                 |

### 3.4.5. КАРТОЧКА КОМПОНЕНТА

Карточка компонента открывается кнопкой с изображением глаза или двойным нажатием строки в редакторе списка компонентов. Окно предназначено для просмотра справочных данных, расчетных свойств, структуры молекулы и температурных зависимостей. Значения свойств и коэффициенты корреляций в карточке доступны только для чтения.

Карточку можно перемещать за строку заголовка. Допускается открыть карточки нескольких компонентов; нажатая карточка перемещается на передний план. Состав строк, вкладок, моделей и

корреляций зависит от данных выбранной базы и конкретного компонента. Идентификаторы и модель молекулы показан на рисунке 32.



**н-Нонан**

Идентификаторы    Основные свойства    Т-корреляции

| СВОЙСТВО            | ЗНАЧЕНИЕ                       |
|---------------------|--------------------------------|
| Название            | н-Нонан                        |
| Английское название | n-Nonane                       |
| Формула             | C <sub>9</sub> H <sub>20</sub> |
| CAS номер           | 111-84-2                       |
| Имя по ИЮПАК        | н-нонан                        |
| Синонимы            | нонан                          |

МОЛЕКУЛА C<sub>9</sub>H<sub>20</sub>

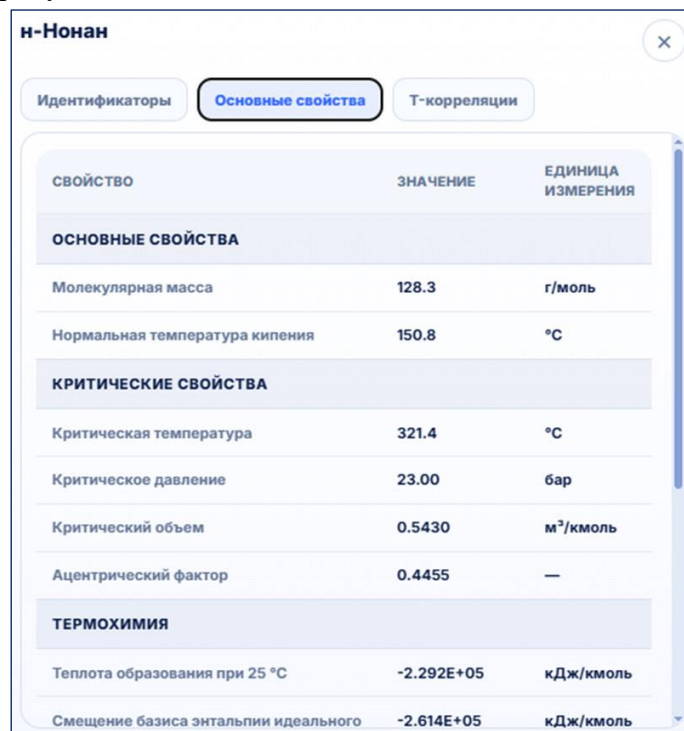
2D 3D

С

Н

Рисунок 32. Идентификаторы и модель молекулы

На вкладке «Идентификаторы» свойства выводятся парами «Свойство» и «Значение». Ниже располагается панель молекулы с химической формулой и переключателем 2D/3D. Основные свойства компонента показаны на рисунке 33.



**н-Нонан**

Идентификаторы    Основные свойства    Т-корреляции

| СВОЙСТВО                             | ЗНАЧЕНИЕ   | ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ |
|--------------------------------------|------------|-------------------|
| <b>ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА</b>             |            |                   |
| Молекулярная масса                   | 128.3      | г/моль            |
| Нормальная температура кипения       | 150.8      | °C                |
| <b>КРИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА</b>          |            |                   |
| Критическая температура              | 321.4      | °C                |
| Критическое давление                 | 23.00      | бар               |
| Критический объем                    | 0.5430     | м³/кмоль          |
| Ацентрический фактор                 | 0.4455     | —                 |
| <b>ТЕРМОХИМИЯ</b>                    |            |                   |
| Теплота образования при 25 °C        | -2.292E+05 | кДж/кмоль         |
| Смещение базиса энтальпии идеального | -2.614E+05 | кДж/кмоль         |

Рисунок 33. Основные свойства компонента

На вкладке «Основные свойства» параметры объединяются в смысловые группы. В зависимости от полноты данных могут отображаться основные, критические, физические, теплофизические и транспортные свойства, параметры уравнений состояния и моделей активности, параметры переноса и термохимические данные. Числа выводятся вместе с единицами измерения; применимые проектные единицы учитываются автоматически. Температурная корреляция на примере корреляции Антуана и соответствующий график показана на рисунке 34.



Рисунок 34. Температурная корреляция и график

На вкладке «Т-корреляции» БАЗИС показывает формулу и коэффициенты выбранной зависимости и рассчитывает значения графика. Для корреляции Антуана строится давление насыщенного пара, для корреляции Гиббса – функция идеального газа, для корреляции энтальпии идеального газа – удельная или молярная энтальпия. Если данных недостаточно, вместо графика выводится сообщение о его недоступности.

Для просмотра карточки и настройки графика выполните следующие действия:

1. В редакторе списка компонентов нажмите кнопку с изображением глаза в строке требуемого компонента или дважды нажмите строку. Дождитесь загрузки подробных данных карточки.
2. При необходимости переместите карточку за заголовок так, чтобы она не закрывала нужную область редактора. Для сравнения можно открыть карточки других компонентов.
3. На вкладке «Идентификаторы» проверьте наименование, формулу, CAS-номер, IUPAC-наименование и доступные синонимы. В панели «Молекула» выберите доступный режим 2D или 3D.
4. Откройте вкладку «Основные свойства». Найдите требуемую смысловую группу и прочитайте значение вместе с единицей измерения. Для просмотра следующих строк используйте прокрутку внутри карточки.
5. Откройте вкладку «Т-корреляции» и выберите требуемую зависимость в поле «Корреляция». Проверьте формулу и коэффициенты, полученные из базы данных компонента.



6. Если в редакторе доступно поле «Единицы графика», выберите требуемую единицу вертикальной оси. Переключение единицы изменяет представление значений и подпись оси, но не изменяет коэффициенты корреляции.
7. Выберите диапазон: «Автодиапазон» для штатной области, «Сфокусированный диапазон» для более узкого интервала характерных температур или «Широкий диапазон» для расширенного интервала.
8. Выберите разрешение 28, 60 или 120 точек. Большее число делает построенную линию подробнее, но не изменяет исходную корреляцию и ее коэффициенты.
9. Наведите указатель на линию, чтобы просмотреть значения точки. Опорные линии «Ткип» и «Ткр» используйте для сопоставления с нормальной температурой кипения и критической температурой.
10. Нажмите кнопку с карандашом, настройте оформление в разделах «Общие», «Оси» и «Серии». Для возврата к исходному оформлению нажмите «Сбросить график».
11. Закройте редактор графика кнопкой с крестом или нажатием вне панели, затем при необходимости закройте карточку компонента отдельной кнопкой с крестом в ее заголовке. Элементы карточки компонента приведены в таблице 24.

Таблица 24. Элементы карточки компонента

| Наименование                | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Вкладки карточки</b>     | «Идентификаторы» показывает наименования, формулу, CAS-номер, IUPAC-наименование, синонимы и другие доступные идентификаторы. «Основные свойства» группирует расчетные и справочные параметры с единицами измерения. «Т-корреляции» содержит доступные для компонента температурные зависимости. Кнопка с крестом закрывает карточку |
| <b>Модель молекулы</b>      | Панель отображается на вкладке «Идентификаторы». Режим 2D строит структурную схему по доступному представлению молекулы, режим 3D показывает пространственную модель и легенду химических элементов. Если для режима нет структурных данных, соответствующая кнопка недоступна и отображается сообщение о невозможности построения   |
| <b>Параметры корреляции</b> | Список «Корреляция» содержит только зависимости, имеющиеся для выбранного компонента: корреляцию Антуана, корреляцию Гиббса и (или) корреляцию энтальпии идеального газа. Рядом выводятся используемая формула и коэффициенты. Значения предназначены для просмотра и не редактируются в карточке                                    |



| Наименование      | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| График корреляции | Строится по выбранной корреляции. Горизонтальная ось показывает температуру в проектной единице, вертикальная – рассчитываемую величину в выбранной единице графика. Пунктирные линии «Ткип» и «Ткр» отмечают нормальную температуру кипения и критическую температуру, если эти данные есть. Кнопка с карандашом открывает редактор оформления |

3.5. ПАКЕТЫ СВОЙСТВ

3.5.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

Пакет свойств связывает список компонентов с термодинамическим методом и используется как расчетная основа проекта. Для создания пакета сначала подготовьте хотя бы один список компонентов. В проекте может существовать несколько пакетов, но активным является один. Реестр пакетов свойств показан на рисунке 35. Пустое состояние реестра пакетов свойств показано на рисунке 36.

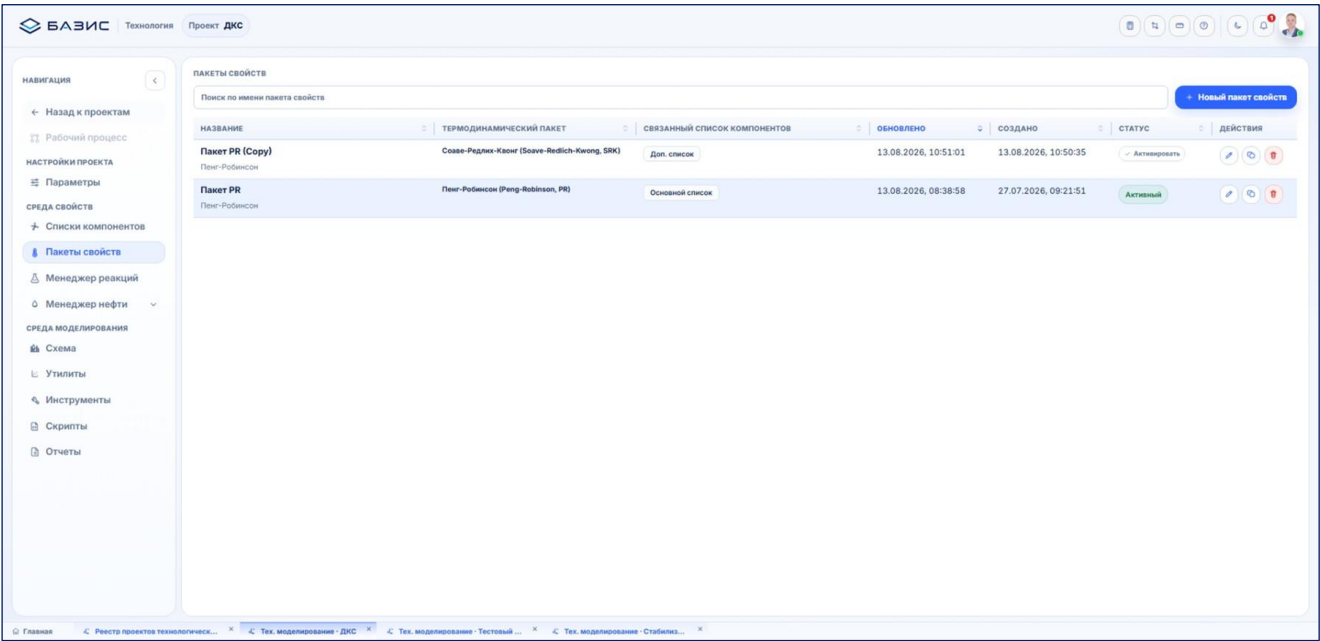


Рисунок 35. Реестр пакетов свойств

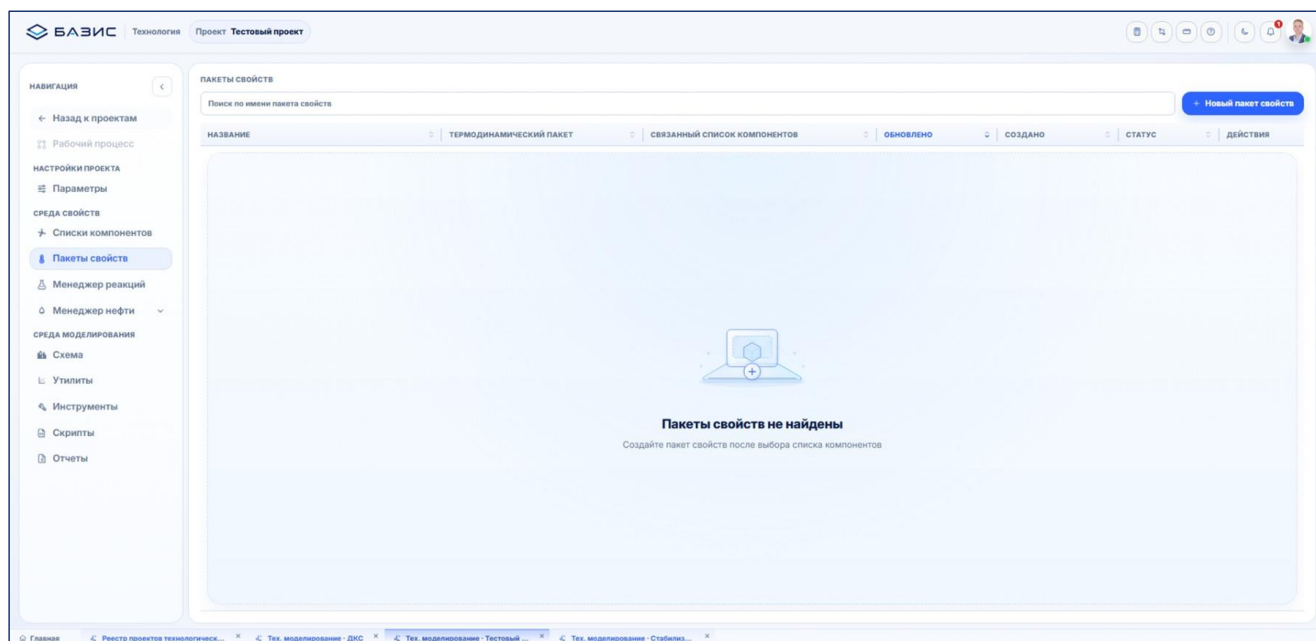


Рисунок 36. Пустое состояние реестра пакетов свойств

### 3.5.2. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РЕЕСТРОМ

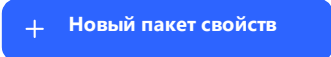
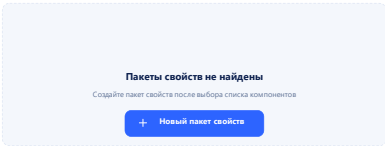
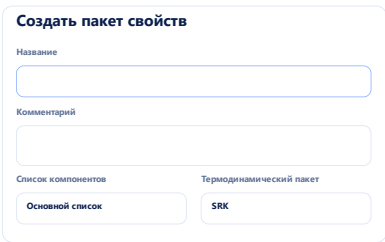
Для создания, выбора и обслуживания пакета свойств выполните следующие действия:

1. В боковом меню проекта выберите «Пакеты свойств». Если список пуст, убедитесь, что в разделе «Списки компонентов» уже создан и заполнен хотя бы один список.
2. Нажмите «Новый пакет свойств». Укажите обязательное название, при необходимости добавьте комментарий, выберите список компонентов и термодинамический пакет.
3. При выборе IAPWS-IF97 используйте список, состоящий только из одного компонента  $H_2O$ . Для несовместимого списка этот вариант недоступен и отмечен подсказкой.
4. Подтвердите создание. БАЗИС создаст пакет и откроет его редактор для дальнейшей настройки. Возврат в реестр выполняется командой «Назад к пакетам свойств».
5. В реестре найдите пакет по имени или отсортируйте таблицу нажатием заголовка столбца. Для открытия редактора дважды нажмите строку либо выберите пиктограмму карандаша.
6. Чтобы использовать пакет в расчетах проекта, нажмите «Активировать». После применения строка будет выделена, а в столбце «Статус» появится метка «Активный». Одновременно активируется связанный список компонентов.
7. Для создания независимого варианта нажмите пиктограмму копирования. БАЗИС создаст копию и сразу откроет ее редактор; исходный пакет останется без изменений.
8. Чтобы удалить пакет, нажмите красную корзину и подтвердите действие. Перед удалением убедитесь, что выбран правильный объект; в проекте только для просмотра изменяющие команды недоступны.

### 3.5.3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЕСТРА

Элементы управления и состояния реестра пакетов свойств приведены в таблице 25.

Таблица 25. Элементы реестра пакетов свойств

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                 | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Поиск по имени</b>        | Фильтрует записи по наименованию пакета. Для возврата к полному перечню очистите поле                                                                                                             |
|    | <b>«Новый пакет свойств»</b> | Открывает форму создания. Команда доступна для редактируемого проекта; перед созданием в проекте должен существовать список компонентов                                                           |
|    | <b>Строка реестра</b>        | Показывает наименование и описание, термодинамический пакет, связанный список компонентов, время обновления и создания, статус и доступные действия. Двойное нажатие открывает редактор           |
|  | <b>Статус и активация</b>    | Метка «Активный» обозначает пакет, используемый проектом. Команда «Активировать» одновременно назначает пакет и связанный с ним список компонентов активными для расчетного контекста проекта     |
|  | <b>Действия со строкой</b>   | Карандаш открывает редактор; две накладываемые карточки создают копию и сразу открывают ее; красная корзина запускает удаление с подтверждением. В режиме просмотра изменяющие команды недоступны |
|  | <b>Пустое состояние</b>      | Сообщает, что пакеты не найдены. Создайте пакет после выбора списка компонентов; при активном поиске сначала очистите строку, чтобы исключить фильтрацию существующих записей                     |
|  | <b>Окно создания</b>         | Название и список компонентов обязательны, комментарий необязателен. Выберите термодинамический пакет. IAPWS-IF97 доступен только для списка, содержащего один компонент H <sub>2</sub> O         |

### 3.5.4. РЕДАКТОР ПАКЕТА СВОЙСТВ

Редактор открывается сразу после создания пакета, двойным нажатием строки реестра или пиктограммой карандаша. В одном окне объединены общие данные пакета, выбор термодинамического пакета и параметры расчета. Общий вид редактора приведен на рисунке 37.

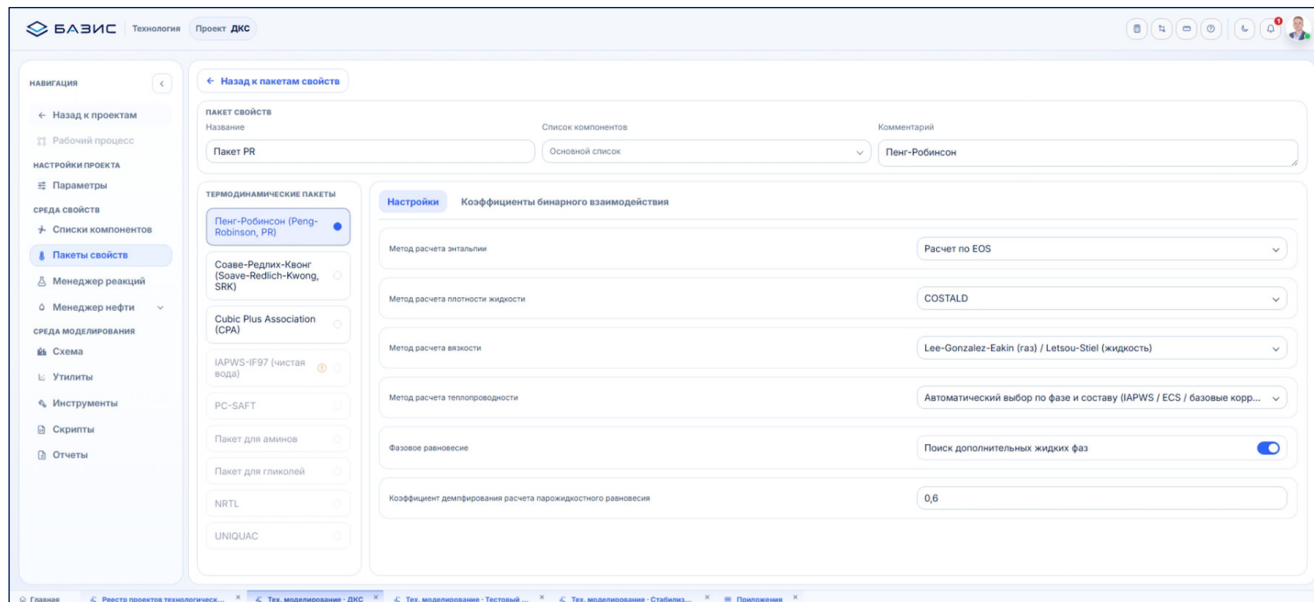


Рисунок 37. Редактор пакета свойств

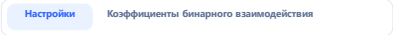
Для проверки и настройки пакета свойств выполните следующие действия:

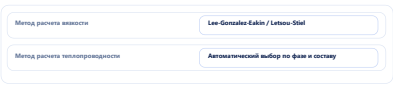
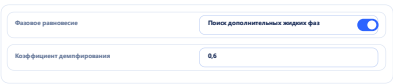
1. Проверьте поля «Название», «Список компонентов» и «Комментарий». Название должно однозначно определять пакет, а выбранный список компонентов должен соответствовать моделируемой среде.
2. В левой области выберите термодинамический пакет. Для обычных смесей доступны Peng-Robinson, Soave-Redlich-Kwong и CPA. IAPWS-IF97 выбирайте только для списка из одного компонента  $H_2O$ ; приглушенные варианты находятся в разработке.
3. На вкладке «Настройки» выберите методы расчета энтальпии, плотности жидкости, вязкости и теплопроводности. Состав доступных параметров зависит от выбранного термодинамического пакета.
4. При необходимости включите поиск дополнительных жидких фаз и задайте коэффициент демпфирования расчета парожидкостного равновесия. Допустимы значения больше 0 и не больше 1.
5. После изменения поля дождитесь завершения автоматического сохранения. Отдельная кнопка подтверждения не используется. Если данные некорректны или сохранить их не удалось, в верхней части окна появится сообщение.
6. Для перехода к матрице коэффициентов выберите вкладку «Коэффициенты бинарного взаимодействия». Эта вкладка не отображается для IAPWS-IF97; для CPA дополнительно доступна вкладка параметров ассоциации.
7. После завершения настройки нажмите «Назад к пакетам свойств». В реестре при необходимости активируйте подготовленный пакет, чтобы использовать его и связанный список компонентов в расчетах проекта.

Для IAPWS-IF97 вместо универсальных списков методов отображаются сведения о формуляции, системе отсчета и транспортных свойствах пакета. Для CPA методы энтальпии и плотности определяются самим пакетом и недоступны для изменения в общих настройках.

Элементы управления и состояния редактора пакета свойств приведены в таблице 26.

Таблица 26. Элементы редактора пакета свойств

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                          | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>«Назад к пакетам свойств»</b>      | Закрывает редактор и возвращает в реестр пакетов свойств. Перед переходом БАЗИС завершает сохранение ожидающих изменений                                                                                                                                             |
|    | <b>Данные пакета</b>                  | «Название» задает имя пакета;<br>«Список компонентов» выбирает состав расчетной среды;<br>«Комментарий» содержит необязательное пояснение. Изменения сохраняются автоматически. Если для IAPWS-IF97 выбран несовместимый список, БАЗИС переключает пакет на SRK      |
|  | <b>Термодинамические пакеты</b>       | Выбирает расчетную основу пакета. Доступны Peng-Robinson, Soave-Redlich-Kwong и CPA. IAPWS-IF97 доступен только для списка из одного компонента H <sub>2</sub> O. Приглушенные варианты находятся в разработке и не выбираются. Синяя точка обозначает текущий пакет |
|  | <b>Рабочие вкладки</b>                | «Настройки» содержит общие расчетные параметры.<br>«Коэффициенты бинарного взаимодействия» открывает матрицу коэффициентов для выбранного состава и не отображается для IAPWS-IF97. Для CPA дополнительно появляется вкладка параметров ассоциации                   |
|  | <b>Энтальпия и плотность жидкости</b> | Для энтальпии выбирается расчет по EOS или Lee-Kesler. Для плотности жидкости доступны расчет по EOS, COSTALD и Rackett. Для кубических                                                                                                                              |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                              | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                           | пакетов при расчете плотности по EOS может быть включена поправка на смещение объема; после включения открывается таблица коэффициентов по компонентам                                                                                                                       |
|    | <b>Вязкость и теплопроводность</b>        | Задаёт методы расчета транспортных свойств. Можно использовать показанные базовые корреляции либо автоматический выбор по фазе и составу. Выбранные методы применяются при последующих расчетах с этим пакетом                                                               |
|  | <b>Фазовое равновесие и демпфирование</b> | Переключатель включает поиск дополнительных жидких фаз. Поле демпфирования задает коэффициент базового расчета парожидкостного равновесия; допустимо конечное число больше 0 и не больше 1. При неверном значении выводится сообщение, а сохранение настройки не выполняется |

### 3.5.5. КОЭФФИЦИЕНТЫ БИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Матрица коэффициентов бинарного взаимодействия задает поправки для пар компонентов выбранного списка. Вкладка доступна для Peng-Robinson, Soave-Redlich-Kwong и CPA; для IAPWS-IF97 она не отображается. Общий вид вкладки приведен на рисунке 38.

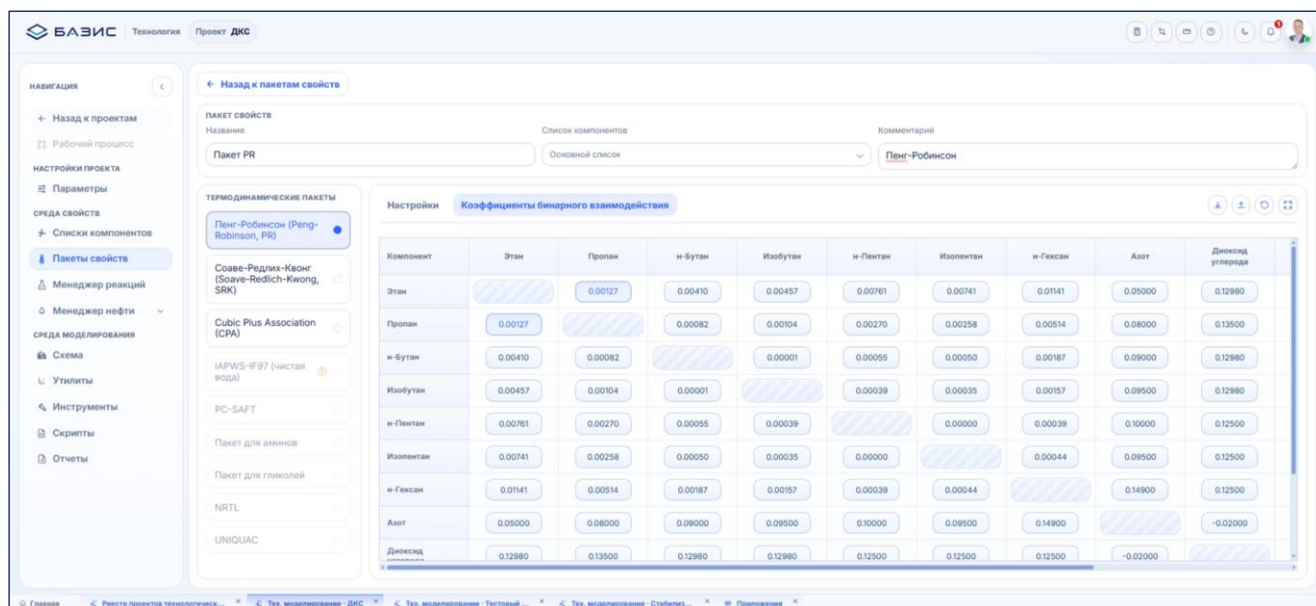


Рисунок 38. Матрица коэффициентов бинарного взаимодействия

Для проверки и изменения коэффициентов бинарного взаимодействия выполните следующие действия:

1. Откройте требуемый пакет свойств и выберите вкладку «Коэффициенты бинарного взаимодействия». Убедитесь, что в общих данных пакета выбран правильный список компонентов и термодинамический пакет.
2. Найдите пару компонентов на пересечении строки и столбца. Диагональные ячейки соответствуют взаимодействию компонента с самим собой, имеют нулевое значение и недоступны для редактирования.
3. Введите коэффициент в любую из двух симметричных ячеек пары. Допускается десятичный разделитель – точка или запятая. При выходе из поля БАЗИС нормализует значение до пяти знаков после запятой, обновляет зеркальную ячейку и автоматически сохраняет матрицу.
4. Проверьте состояние измененной ячейки. Синее выделение означает пользовательское значение, отличающееся от исходного коэффициента пакета. Оранжевое выделение и предупреждение означают выход за рекомендуемый диапазон от  $-1$  до  $1$ ; такое значение сохраняется и будет использовано в расчетах, поэтому его необходимо дополнительно проверить.
5. Для массового редактирования нажмите «Скачать шаблон Excel». В полученном файле изменяйте только голубые ячейки над диагональю; диагональ и нижняя половина защищены, а зеркальные значения рассчитываются автоматически.
6. После заполнения нажмите «Загрузить заполненный шаблон Excel» и выберите файл XLSX. Файл должен относиться к этому же пакету и текущему порядку компонентов; в шаблоне допускаются только конечные коэффициенты от  $-1$  до  $1$ . При любой ошибке импорт отклоняется целиком, ранее сохраненная матрица не изменяется.
7. Если список содержит проектные гипоконпоненты, при необходимости нажмите «Обогатить коэффициенты для гипоконпонентов». БАЗИС подставит найденные в каталоге коэффициенты только для пар без пользовательского переопределения.



8. Для возврата ко всем исходным коэффициентам нажмите «Сбросить матрицу». Команда удаляет пользовательские переопределения и сразу сохраняет значения пакета; отдельного подтверждения не предусмотрено.
9. При большой матрице используйте горизонтальную и вертикальную прокрутку либо нажмите «Развернуть на всю область». В развернутом окне матрица масштабируется по доступному пространству; закрытие окна возвращает к обычному редактору без отмены сохраненных изменений.

В выгруженном Excel-шаблоне строка над матрицей указывает пакет свойств. Голубые ячейки над диагональю предназначены для ввода, диагональ содержит нули, а значения под диагональю обновляются зеркально и не редактируются вручную. Пример шаблона показан на рисунке 39.

|    | A                                                                                                     | B                   | C                     | D                       | E                       | F                        | G                        | H                        | I                     | J                                | K                         | L                     | M                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1  | Матрица коэффициентов бинарного взаимодействия                                                        |                     |                       |                         |                         |                          |                          |                          |                       |                                  |                           |                       |                      |
| 2  | Редактируйте только голубые ячейки над диагональю. Значения под диагональю обновляются автоматически. |                     |                       |                         |                         |                          |                          |                          |                       |                                  |                           |                       |                      |
| 3  | Пакет PR - PR                                                                                         |                     |                       |                         |                         |                          |                          |                          |                       |                                  |                           |                       |                      |
| 4  | Компонент                                                                                             | Этан<br>CAS 74-84-0 | Пропан<br>CAS 74-98-6 | н-Бутан<br>CAS 106-97-8 | Изобутан<br>CAS 75-28-5 | н-Пентан<br>CAS 109-66-0 | Изопентан<br>CAS 78-78-4 | н-Гексан<br>CAS 110-54-3 | Азот<br>CAS 7727-37-9 | Диоксид углерода<br>CAS 124-38-9 | Кислород<br>CAS 7782-44-7 | Вода<br>CAS 7732-18-5 | Метан<br>CAS 74-82-8 |
| 5  | Этан<br>CAS 74-84-0                                                                                   | 0,00000             | 0,00127               | 0,00410                 | 0,00457                 | 0,00761                  | 0,00741                  | 0,01141                  | 0,05000               | 0,12980                          | 0,00000                   | 0,50000               | 0,00224              |
| 6  | Пропан<br>CAS 74-98-6                                                                                 | 0,00127             | 0,00000               | 0,00082                 | 0,00104                 | 0,00270                  | 0,00258                  | 0,00514                  | 0,08000               | 0,13500                          | 0,00000                   | 0,50000               | 0,00683              |
| 7  | н-Бутан<br>CAS 106-97-8                                                                               | 0,00410             | 0,00082               | 0,00000                 | 0,00001                 | 0,00055                  | 0,00050                  | 0,00187                  | 0,09000               | 0,12980                          | 0,00000                   | 0,50000               | 0,01230              |
| 8  | Изобутан<br>CAS 75-28-5                                                                               | 0,00457             | 0,00104               | 0,00001                 | 0,00000                 | 0,00039                  | 0,00035                  | 0,00157                  | 0,09500               | 0,12980                          | 0,00000                   | 0,50000               | 0,01311              |
| 9  | н-Пентан<br>CAS 109-66-0                                                                              | 0,00761             | 0,00270               | 0,00055                 | 0,00039                 | 0,00000                  | 0,00000                  | 0,00039                  | 0,10000               | 0,12500                          | 0,00000                   | 0,48000               | 0,01793              |
| 10 | Изопентан<br>CAS 78-78-4                                                                              | 0,00741             | 0,00258               | 0,00050                 | 0,00035                 | 0,00000                  | 0,00000                  | 0,00044                  | 0,09500               | 0,12500                          | 0,00000                   | 0,50000               | 0,01763              |
| 11 | н-Гексан<br>CAS 110-54-3                                                                              | 0,01141             | 0,00514               | 0,00187                 | 0,00157                 | 0,00039                  | 0,00044                  | 0,00000                  | 0,14900               | 0,12500                          | 0,00000                   | 0,50000               | 0,02347              |
| 12 | Азот<br>CAS 7727-37-9                                                                                 | 0,05000             | 0,08000               | 0,09000                 | 0,09500                 | 0,10000                  | 0,09500                  | 0,14900                  | 0,00000               | -0,02000                         | -0,01200                  | -0,31560              | 0,03600              |
| 13 | Диоксид углерода<br>CAS 124-38-9                                                                      | 0,12980             | 0,13500               | 0,12980                 | 0,12980                 | 0,12500                  | 0,12500                  | 0,12500                  | -0,02000              | 0,00000                          | 0,09750                   | 0,04450               | 0,10000              |
| 14 | Кислород<br>CAS 7782-44-7                                                                             | 0,00000             | 0,00000               | 0,00000                 | 0,00000                 | 0,00000                  | 0,00000                  | 0,00000                  | -0,01200              | 0,09750                          | 0,00000                   | 0,00001               | 0,00000              |
| 15 | Вода<br>CAS 7732-18-5                                                                                 | 0,50000             | 0,50000               | 0,50000                 | 0,50000                 | 0,48000                  | 0,50000                  | 0,50000                  | -0,31560              | 0,04450                          | 0,00001                   | 0,00000               | 0,50000              |
| 16 | Метан<br>CAS 74-82-8                                                                                  | 0,00224             | 0,00683               | 0,01230                 | 0,01311                 | 0,01793                  | 0,01763                  | 0,02347                  | 0,03600               | 0,10000                          | 0,00000                   | 0,50000               | 0,00000              |

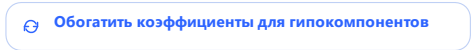
Рисунок 39. Excel-шаблон матрицы коэффициентов бинарного взаимодействия

**ВАЖНО.** Экранный редактор предупреждает о коэффициентах вне диапазона от  $-1$  до  $1$ , но не блокирует их применение

Элементы управления и состояния матрицы коэффициентов бинарного взаимодействия приведены в таблице 27.

Таблица 27. Элементы матрицы коэффициентов бинарного взаимодействия

| Элемент интерфейса | Наименование    | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                           |
|--------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Настройки          | Рабочие вкладки | «Настройки» возвращает к методам расчета. Активная вкладка «Коэффициенты бинарного взаимодействия» открывает матрицу для текущего списка компонентов. Для IAPWS-IF97 вкладка не отображается |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                                        | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Матрица компонентов</b>                          | Строки и столбцы содержат один и тот же порядок компонентов. Коэффициент пары расположен на их пересечении. Верхняя и нижняя половины матрицы симметричны; изменение одной ячейки автоматически переносится в зеркальную                       |
|    | <b>Измененный коэффициент</b>                       | Редактируемое поле принимает конечное число с точкой или запятой. После выхода из поля значение отображается с пятью знаками после запятой и сохраняется. Синий текст и фон обозначают пользовательское переопределение исходного коэффициента |
|  | <b>Диагональная ячейка</b>                          | Соответствует паре компонента с самим собой. Коэффициент равен нулю, поле не редактируется и обозначается штриховкой                                                                                                                           |
|  | <b>Предупреждение диапазона</b>                     | Оранжевая рамка и фон появляются для значения меньше -1 или больше 1. Над матрицей выводится перечень таких пар. Экранный редактор не блокирует коэффициент: он сохраняется и используется в расчетах                                          |
|  | <b>«Обогатить коэффициенты для гипоконпонентов»</b> | Появляется, если список содержит проектные гипоконпоненты. Запрашивает доступные коэффициенты каталога и дополняет пары с гипоконпонентами, не заменяя ячейки с пользовательским переопределением                                              |
|  | <b>«Скачать шаблон Excel»</b>                       | Выгружает защищенный файл XLSX, связанный с текущим пакетом и порядком компонентов. Для ввода открыты только голубые ячейки над диагональю; нижняя половина содержит зеркальные формулы                                                        |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                                        | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>«Загрузить<br/>заполненный<br/>шаблон Excel»</b> | Открывает выбор заполненного XLSX. БАЗИС проверяет тип и версию шаблона, пакет, состав и порядок компонентов, а также значения от –1 до 1. При ошибке файл не применяется                      |
|    | <b>«Сбросить<br/>матрицу»</b>                       | Заменяет все пользовательские коэффициенты исходными значениями пакета, очищает признаки переопределения и автоматически сохраняет результат. Команда выполняется без отдельного подтверждения |
|    | <b>«Развернуть на<br/>всю область»</b>              | Открывает матрицу в увеличенном модальном окне и подбирает масштаб по доступной ширине и высоте. В развернутом режиме остаются доступными импорт, экспорт и сброс                              |
|  | <b>Прокрутка<br/>матрицы</b>                        | Появляется при переполнении области. Полоса синхронизирована с таблицей; для горизонтального перемещения также доступны клавиши со стрелками, Page Up, Page Down, Home и End                   |

## 3.6. МЕНЕДЖЕР РЕАКЦИЙ

Менеджер реакций предназначен для создания и проверки реакций, используемых расчетными объектами проекта. В текущей версии БАЗИС поддерживаются стехиометрические реакции. Для работы необходимо заранее создать пакет свойств: его список компонентов определяет доступных участников реакции.

### 3.6.1. РЕЕСТР РЕАКЦИЙ

Откройте «Менеджер реакций» в группе «Среда свойств» боковой панели проекта. Если реакции еще не созданы, отображается пустое состояние, показанное на рисунке 40. При отсутствии пакетов свойств БАЗИС предложит сначала перейти в соответствующий раздел и создать пакет.

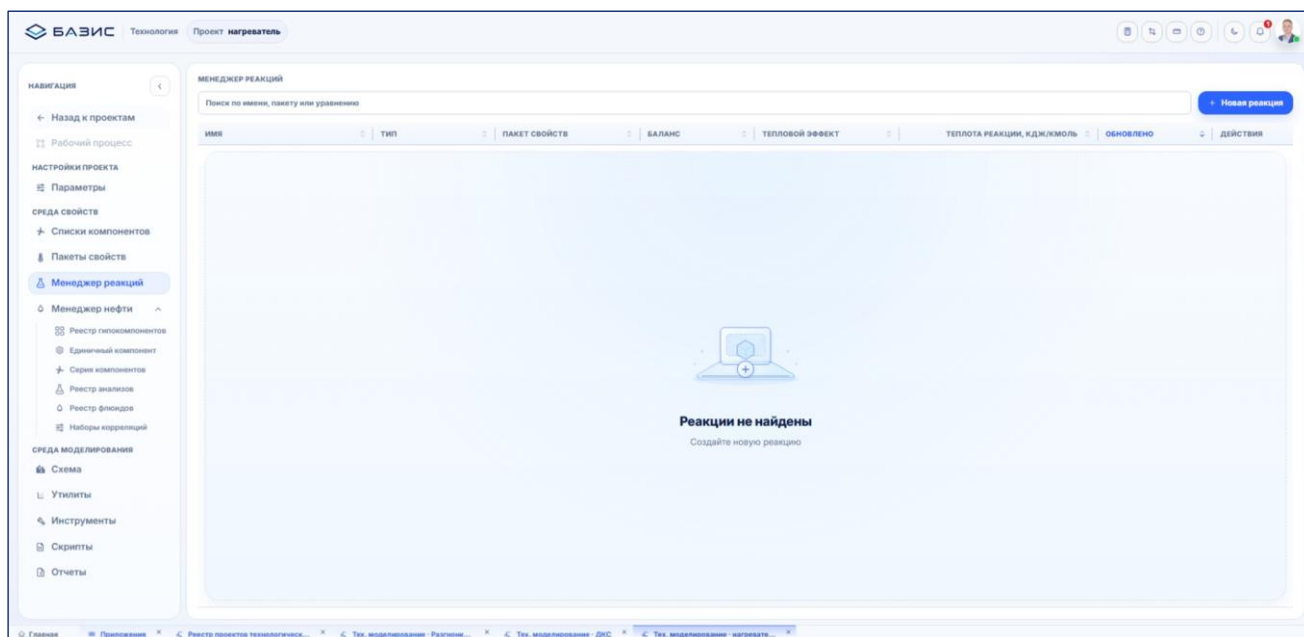


Рисунок 40. Пустое состояние менеджера реакций

Состав реестра приведен в таблице 28.

Таблица 28. Элементы реестра реакций

| Элемент                           | Содержание                                                                                                | Действия пользователя                                                                    |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Поиск                             | Имя, описание, пакет свойств, уравнение, тип, состояние баланса, тепловой эффект и предупреждение         | Введите часть значения без учета регистра; очистите поле для возврата ко всем записям    |
| Имя                               | Наименование, уравнение, описание и первое предупреждение                                                 | Дважды нажмите строку или используйте карандаш для открытия редактора                    |
| Тип и пакет свойств               | Тип реакции и пакет, определяющий список доступных компонентов                                            | Проверьте соответствие пакета моделируемой среде                                         |
| Баланс                            | «Не проверена» или «Сбалансирована»                                                                       | Используйте состояние как быстрый признак готовности реакции                             |
| Тепловой эффект и теплота реакции | Экзотермическая, эндотермическая, нейтральная либо отсутствие данных; числовое значение в единице проекта | При отсутствии значения откройте реакцию и проверьте предупреждение о данных компонентов |
| Обновлено                         | Дата и время последнего сохранения                                                                        | Нажмите заголовок для сортировки                                                         |

| Элемент  | Содержание                    | Действия пользователя                                                                                       |
|----------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Действия | Открытие редактора и удаление | Перед удалением проверьте имя в окне подтверждения; в режиме только просмотра изменяющие команды недоступны |

Все информационные столбцы, кроме «Действия», поддерживают сортировку. По умолчанию записи упорядочиваются по времени обновления от новых к старым. Единица теплоты реакции берется из проектной настройки мольной энтальпии.

### 3.6.2. СОЗДАНИЕ РЕАКЦИИ

Команда «Новая реакция» открывает окно, показанное на рисунке 41. Если пакет свойств еще не создан, окно не открывается и появляется информационное сообщение.

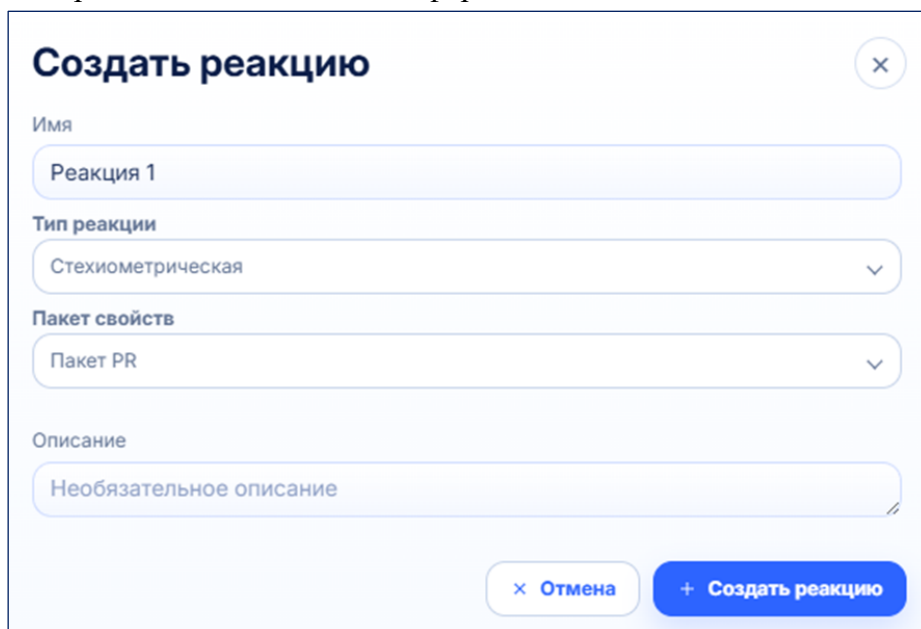


Рисунок 41. Создание реакции

Поля окна создания приведены в таблице 29.

Таблица 29. Поля создания реакции

| Поле          | Требование                                                                                         | Результат                                                             |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Имя           | Обязательно; по умолчанию предлагается «Реакция N»                                                 | Используется в реестре и в списке выбора расчетного объекта           |
| Тип реакции   | В текущей версии выбирается «Стехиометрическая»                                                    | Равновесный и кинетический типы отображаются как недоступные варианты |
| Пакет свойств | Обязательно; по умолчанию выбирается пакет проекта, отмеченный как основной, либо первый доступный | Определяет список компонентов, которые можно добавить в реакцию       |

| Поле     | Требование    | Результат                                                       |
|----------|---------------|-----------------------------------------------------------------|
| Описание | Необязательно | Отображается под именем в реестре и помогает различать варианты |

Для создания реакции выполните следующие действия:

1. Нажмите «Новая реакция» и задайте уникальное понятное имя.
2. Оставьте тип «Стехиометрическая» и выберите пакет свойств с требуемым списком компонентов.
3. При необходимости добавьте описание и нажмите «Создать реакцию».
4. После автоматического перехода в редактор заполните не менее одного реагента и одного продукта. До первого успешного сохранения реакция имеет состояние «Не настроена».

### 3.6.3. РЕДАКТОР И УЧАСТНИКИ РЕАКЦИИ

В редакторе объединены общие сведения, предварительное уравнение, результаты проверки и таблица участников. Пример настроенной реакции окисления метана показан на рисунке 42.

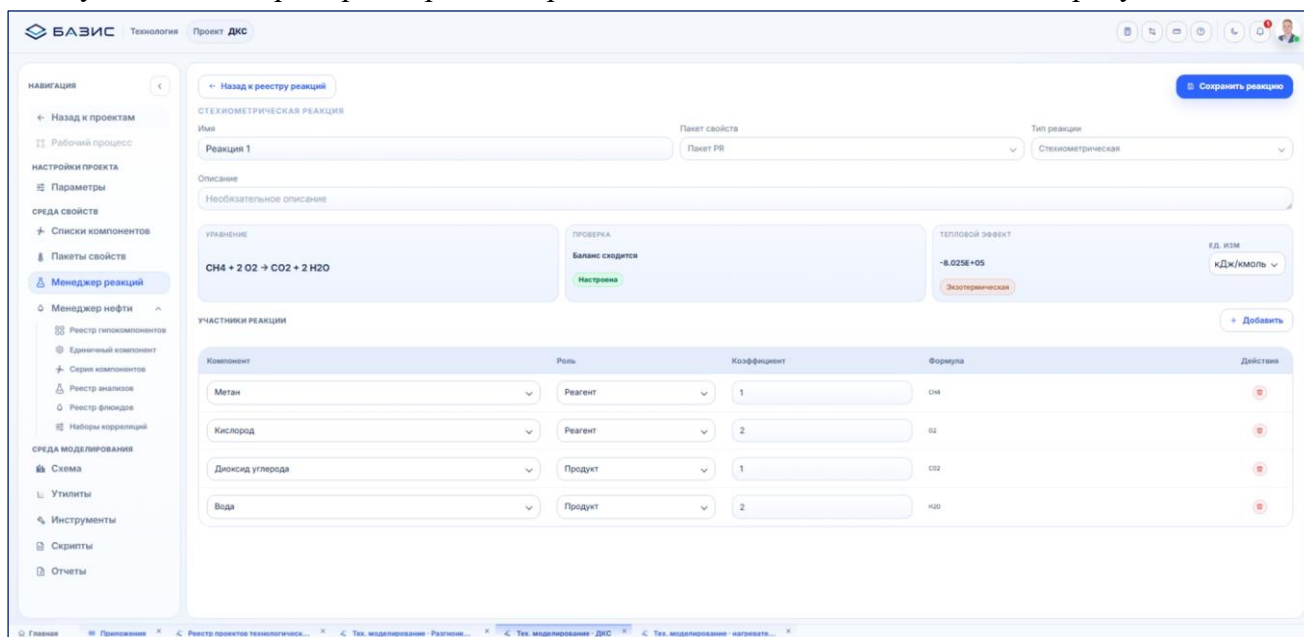


Рисунок 42. Настроенная стехиометрическая реакция

Элементы редактора приведены в таблице 30.

Таблица 30. Элементы редактора реакции

| Элемент            | Назначение                      | Правила ввода                                                                                             |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Имя, описание, тип | Общие сведения о реакции        | Имя обязательно; в текущей версии тип остается стехиометрическим                                          |
| Пакет свойств      | Определяет доступные компоненты | При смене пакета ранее выбранные компоненты очищаются; выберите участников заново из списка нового пакета |

| Элемент            | Назначение                                              | Правила ввода                                                                                                 |
|--------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уравнение          | Показывает предварительный вид реакции                  | Обновляется сразу при изменении ролей, компонентов и коэффициентов; коэффициент 1 перед формулой не выводится |
| Компонент          | Выбирает участника из списка компонентов пакета свойств | Каждый компонент может присутствовать только один раз и должен входить в выбранный пакет                      |
| Роль               | Определяет сторону уравнения                            | Для каждого участника выберите «Реагент» или «Продукт»; необходим хотя бы один участник каждой роли           |
| Коэффициент        | Задаёт положительный стехиометрический коэффициент      | Допускаются точка и запятая как десятичный разделитель; ноль и отрицательные значения запрещены               |
| Формула            | Показывает молекулярную формулу каталожного компонента  | Используется БАЗИС для проверки элементного баланса и не редактируется в менеджере реакций                    |
| Добавить и корзина | Управляют строками участников                           | В новой реакции создаются две строки; удалить строку нельзя, пока их количество не превышает двух             |

Для настройки участников выполните следующие действия:

1. Проверьте пакет свойств. Если его требуется заменить, сделайте это до выбора компонентов.
2. В первой строке выберите реагент и задайте положительный коэффициент. Во второй строке выберите продукт.
3. Нажимайте «Добавить», пока в таблице не будут представлены все реагенты и продукты; одному компоненту должна соответствовать только одна строка.
4. Сверьте автоматически сформированное уравнение и молекулярные формулы.
5. Нажмите «Сохранить реакцию». Только сохранение запускает проверку баланса и расчет теплового эффекта.

### 3.6.4. ПРОВЕРКА БАЛАНСА И ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ

При сохранении БАЗИС вычисляет для каждого химического элемента разность между суммарным количеством атомов в продуктах и реагентах с учетом коэффициентов. Реакция считается сбалансированной, если абсолютное значение каждой невязки не превышает  $1 \cdot 10^{-9}$ . При нарушении баланса сохранение отклоняется, а в сообщении перечисляются элементы и невязки. Пример показан на рисунке 43.



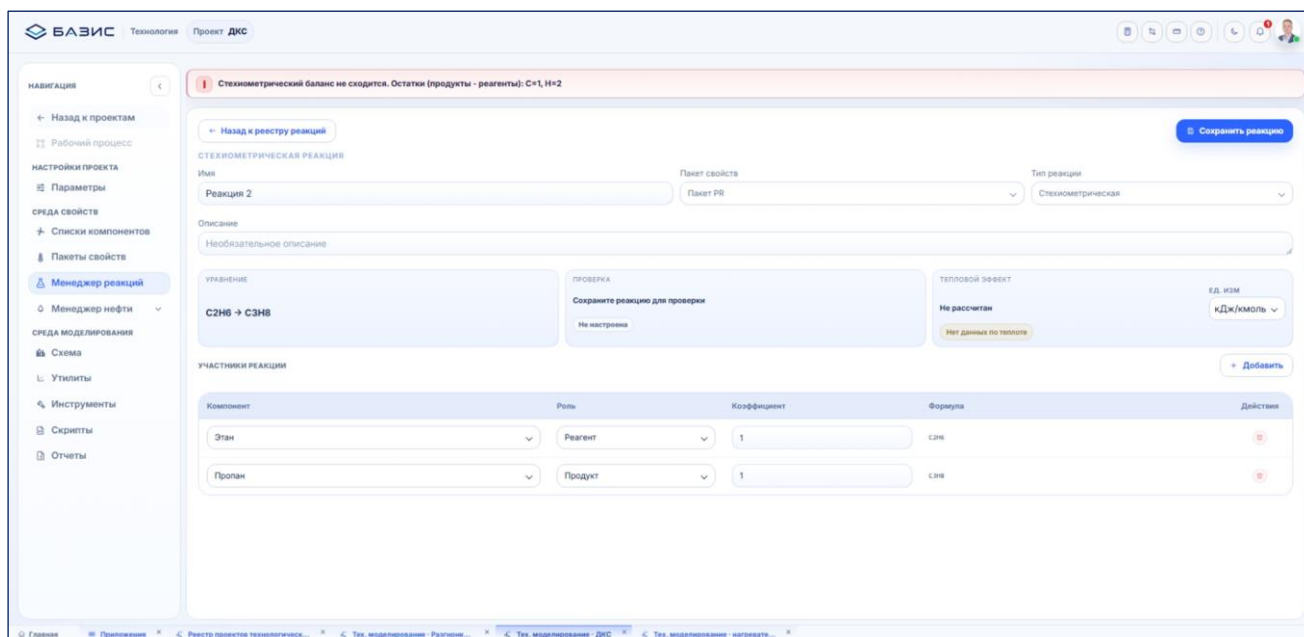


Рисунок 43. Сообщение о несогласованном стехиометрическом балансе

Теплота реакции рассчитывается при 25 °С как сумма стандартных теплот образования продуктов за вычетом суммы стандартных теплот образования реагентов с учетом коэффициентов. Эта температура является фиксированной методологической температурой расчета реакции и не заменяется значениями на странице «Параметры». Отрицательный результат соответствует экзотермической реакции, положительный - эндотермической, практически нулевой - нейтральной.

Если хотя бы для одного участника отсутствует стандартная теплота образования, числовой результат не публикуется, состояние отображается как «Нет данных по теплоте», а предупреждение содержит перечень компонентов. Отсутствие тепловых данных не означает нарушение стехиометрического баланса.

Основные состояния проверки приведены в таблице 31.

Таблица 31. Состояния проверки реакции

| Состояние                   | Условие                                                 | Действия пользователя                                             |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Не настроена / не проверена | Участники еще не сохранены                              | Заполните реагенты и продукты и нажмите «Сохранить реакцию»       |
| Баланс сходится / настроена | Все элементные невязки находятся в пределах допуска     | Реакция готова к выбору в стехиометрическом реакторе              |
| Баланс не сходится          | После сохранения обнаружены ненулевые невязки элементов | Исправьте роли или коэффициенты по сообщению и сохраните повторно |
| Экзотермическая             | Теплота реакции меньше нуля                             | Проверьте числовое значение и единицу мольной энтальпии           |
| Эндотермическая             | Теплота реакции больше нуля                             | Проверьте числовое значение и единицу мольной энтальпии           |

| Состояние             | Условие                                                              | Действия пользователя                                                   |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Нейтральная           | Абсолютное значение теплоты находится в пределах расчетного допуска  | Дополнительное действие не требуется                                    |
| Нет данных по теплоте | Не хватает стандартной теплоты образования хотя бы одного компонента | Проверьте предупреждение; стехиометрический баланс оценивается отдельно |

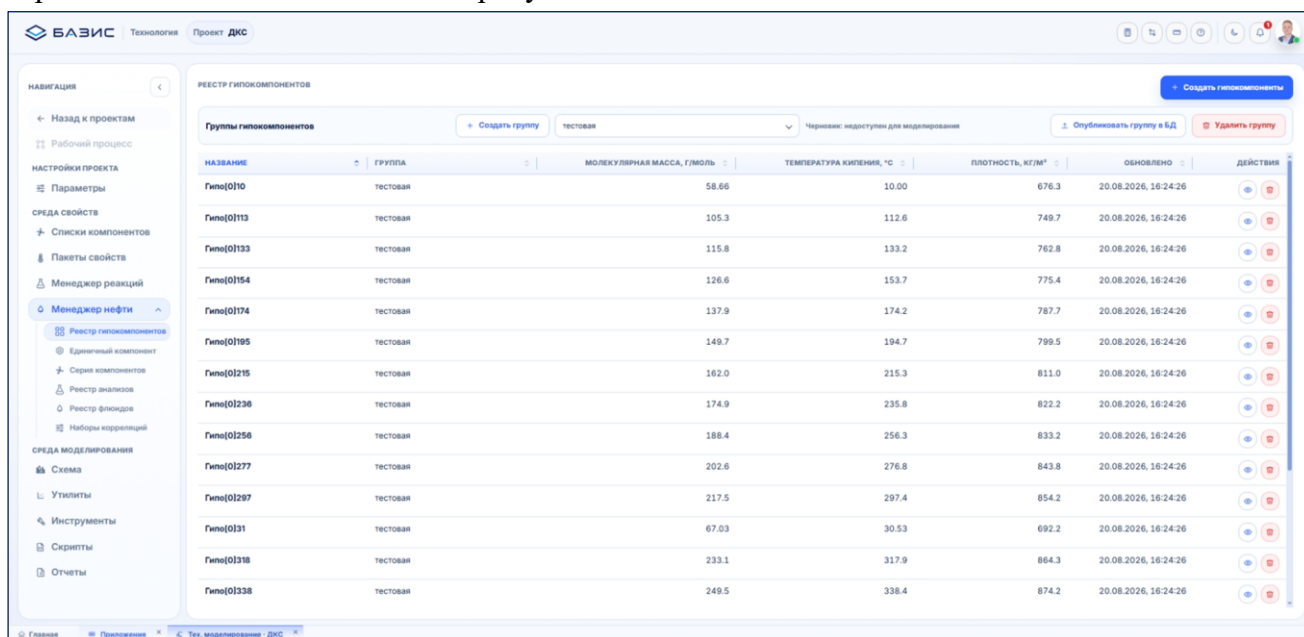
После получения состояния «Настроена» реакцию можно выбрать на вкладке «Ввод» стехиометрического реактора.

## 3.7. МЕНЕДЖЕР НЕФТИ

Менеджер нефти предназначен для создания и публикации проектных гипокомпонентов, подготовки лабораторных анализов нефтяных фракций и выбора наборов корреляций. Все записи относятся к текущему проекту. Черновые группы гипокомпонентов не участвуют в моделировании до явной публикации в проектную базу данных.

### 3.7.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

Раздел объединяет реестр гипокомпонентов, формы единичного и серийного расчета, реестр лабораторных анализов, реестр флюидов и наборы корреляций. Переключение между рабочими областями выполняется в раскрываемой группе «Менеджер нефти» проектной навигации. Общий вид реестра гипокомпонентов показан на рисунке 44.



| НАЗВАНИЕ   | ГРУППА   | МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАССА, Г/МОЛЬ | ТЕМПЕРАТУРА КИПЕНИЯ, °C | ПЛОТНОСТЬ, КГ/М³ | ОБНОВЛЕНО            | ДЕЙСТВИЯ |
|------------|----------|----------------------------|-------------------------|------------------|----------------------|----------|
| Гипо[0]10  | тестовая | 58.66                      | 10.00                   | 676.3            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]113 | тестовая | 105.3                      | 112.6                   | 749.7            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]133 | тестовая | 115.8                      | 133.2                   | 762.8            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]154 | тестовая | 126.6                      | 153.7                   | 775.4            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]174 | тестовая | 137.9                      | 174.2                   | 787.7            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]195 | тестовая | 149.7                      | 194.7                   | 799.5            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]215 | тестовая | 162.0                      | 215.3                   | 811.0            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]236 | тестовая | 174.9                      | 235.8                   | 822.2            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]256 | тестовая | 188.4                      | 256.3                   | 833.2            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]277 | тестовая | 202.6                      | 276.8                   | 843.8            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]297 | тестовая | 217.5                      | 297.4                   | 854.2            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]31  | тестовая | 67.03                      | 30.53                   | 692.2            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]318 | тестовая | 233.1                      | 317.9                   | 864.3            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |
| Гипо[0]338 | тестовая | 249.5                      | 338.4                   | 874.2            | 20.08.2026, 16:24:26 |          |

Рисунок 44. Реестр гипокомпонентов

Таблица 32. Рабочие области Менеджера нефти

| Раздел или элемент      | Назначение                                                  | Действия пользователя и результат                                                                                   |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Реестр гипокомпонентов  | Управление проектными группами и записями гипокомпонентов   | Просматривайте расчетные свойства, публикуйте группы в проектную БД, открывайте карточки и удаляйте записи          |
| Единичный гипокомпонент | Расчет свойств одной нефтяной псевдофракции                 | Задайте известные свойства, выберите набор корреляций, выполните предварительный расчет и сохраните запись в группу |
| Серия гипокомпонентов   | Формирование записей по сетке нормальных температур кипения | Задайте границы и способ нарезки, проверьте расчетный предпросмотр и сохраните всю серию в одну группу              |
| Реестр анализов         | Создание и хранение лабораторных анализов нефтяного сырья   | Создавайте анализ и переходите к вводу исходных данных и ИТК-характеризации                                         |
| Реестр флюидов          | Хранение версионизируемых составов смесей                   | Формируйте состав на основе опубликованных снимков групп и результатов характеристики                               |
| Наборы корреляций       | Проектный выбор методов расчета свойств гипокомпонентов     | Копируйте стандартный набор, настраивайте пользовательские методы и сохраняйте новые ревизии                        |

Размерные значения отображаются в единицах проекта.

### 3.7.2. РЕЕСТР ГИПОКОМПОНЕНТОВ И ГРУППЫ

Реестр показывает записи выбранной группы и их основные свойства: название, группу, молекулярную массу, нормальную температуру кипения, плотность и время обновления. Строки можно сортировать по заголовкам столбцов. Состояние опубликованной группы показано на рисунке 45.

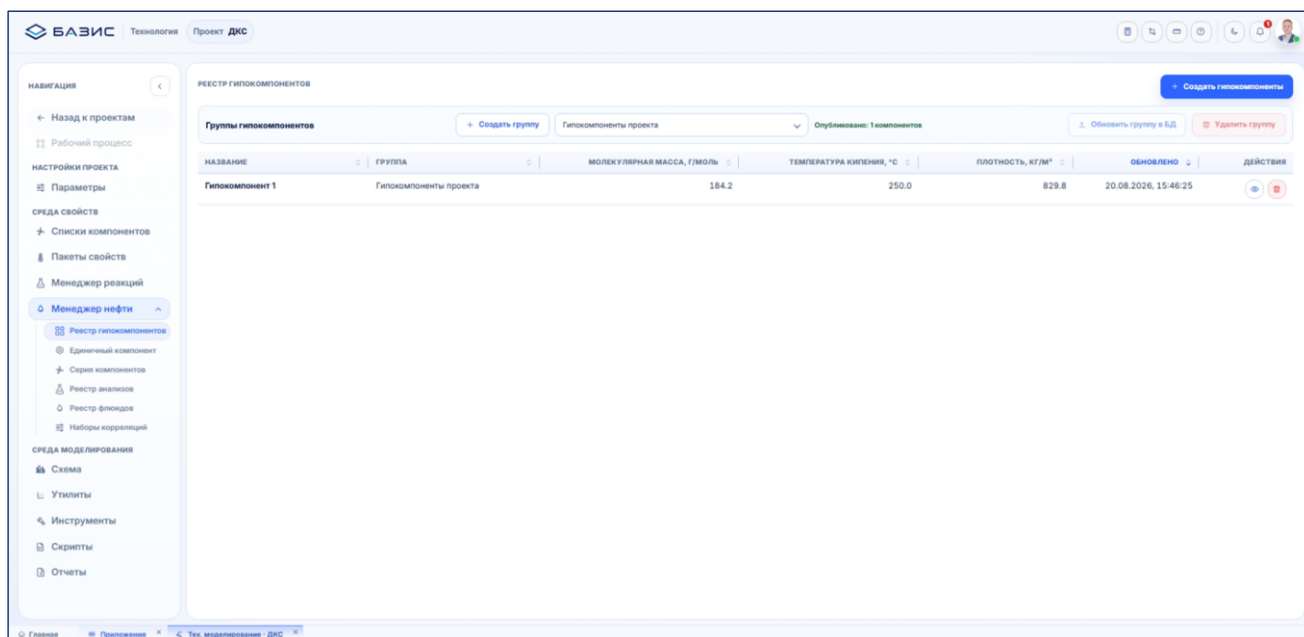


Рисунок 45. Опубликованная группа гипоконпонентов

Таблица 33. Элементы реестра гипоконпонентов и управления группами

| Раздел или элемент                              | Назначение                                                                               | Действия пользователя и результат                                                                     |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Создать группу                                  | Открывает окно создания проектной группы                                                 | Введите уникальное название и подтвердите создание                                                    |
| Список групп                                    | Выбирает группу, записи которой отображаются в таблице                                   | Переключайтесь между системной группой и пользовательскими группами проекта                           |
| Состояние публикации                            | Показывает пустую группу, черновик, опубликованный снимок или неопубликованные изменения | Проверьте, какая редакция доступна компонентным спискам и моделированию                               |
| Опубликовать группу в БД / Обновить группу в БД | Создает или заменяет опубликованный снимок выбранной группы                              | После публикации используйте записи через базу «Гипоконпоненты»; после изменений повторите публикацию |
| Удалить группу                                  | Удаляет пользовательскую группу вместе с ее записями                                     | Перед подтверждением проверьте число компонентов; для опубликованной группы удаляется и снимок в БД   |
| Создать гипоконпоненты                          | Открывает выбор способа создания                                                         | Выберите единичную запись, серию или переход в реестр анализов                                        |
| Просмотреть                                     | Открывает карточку выбранного гипоконпонента                                             | Используйте кнопку с изображением глаза или двойное нажатие строки                                    |

| Раздел или элемент | Назначение                                 | Действия пользователя и результат                                                                  |
|--------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Удалить            | Удаляет отдельную запись из текущей группы | После удаления опубликованная группа получает неопубликованные изменения и требует обновления в БД |

Системную группу «Гипокомпоненты проекта» удалить нельзя. Пустую ранее не публиковавшуюся группу нельзя опубликовать. Если состав опубликованной группы изменен, статус показывает отдельно текущее число записей в реестре и число записей в БД.

### Создание группы и выбор способа создания

Кнопка «Создать гипокомпоненты» открывает варианты, показанные на рисунке 46. Единичный режим создает одну запись, серия формирует сетку записей, а вариант «На основе анализов» переводит в реестр лабораторных анализов.

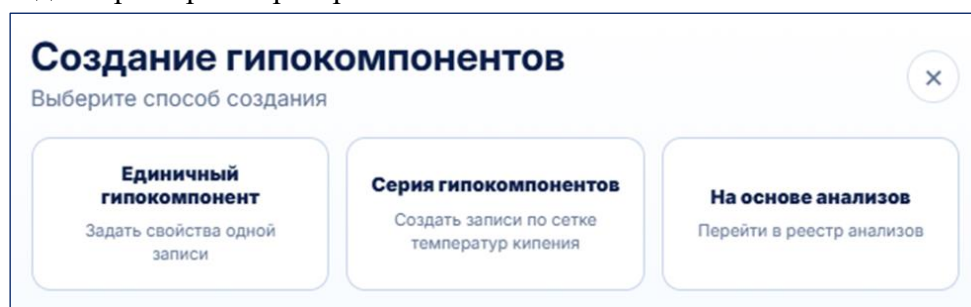


Рисунок 46. Выбор способа создания гипокомпонентов

Окно создания группы содержит единственное обязательное поле «Название группы» и показано на рисунке 47.

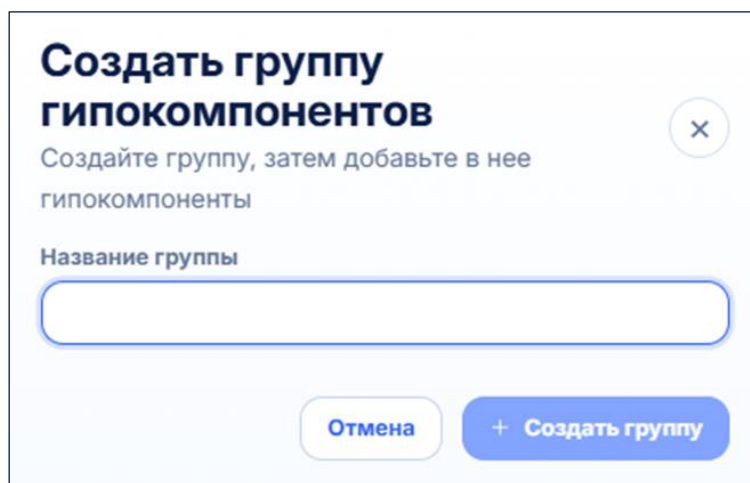


Рисунок 47. Создание группы гипокомпонентов

1. Нажмите «Создать группу», введите название и подтвердите создание.
2. Нажмите «Создать гипокомпоненты» и выберите требуемый способ создания.
3. После расчета выберите группу сохранения. Для серии одна группа назначается всем создаваемым записям.
4. Вернитесь в реестр, выберите группу и проверьте строки и расчетные свойства.
5. Нажмите «Опубликовать группу в БД». После последующих изменений используйте «Обновить группу в БД».

Использование опубликованных гипоконпонентов

После публикации снимок группы становится доступен в редакторе списка компонентов. В каталоге выберите базу данных «Гипоконпоненты», затем используйте поиск, фильтр по группе или числовой диапазон. Пример показан на рисунке 48.

КАТАЛОГ КОМПОНЕНТОВ

База данных

Гипоконпоненты

Поиск по базе данных

+ Создать гипоконпоненты

Фильтр по группе

Все группы

Поле фильтра

Молекулярная масса [г/моль]

Мин

Макс

1 компонент в базе

| Название                                 | Мол. масса [г/моль] | Т кип [°C] | Действия |
|------------------------------------------|---------------------|------------|----------|
| <input type="checkbox"/> Гипоконпонент 1 | 184.2               | 250.0      | +        |

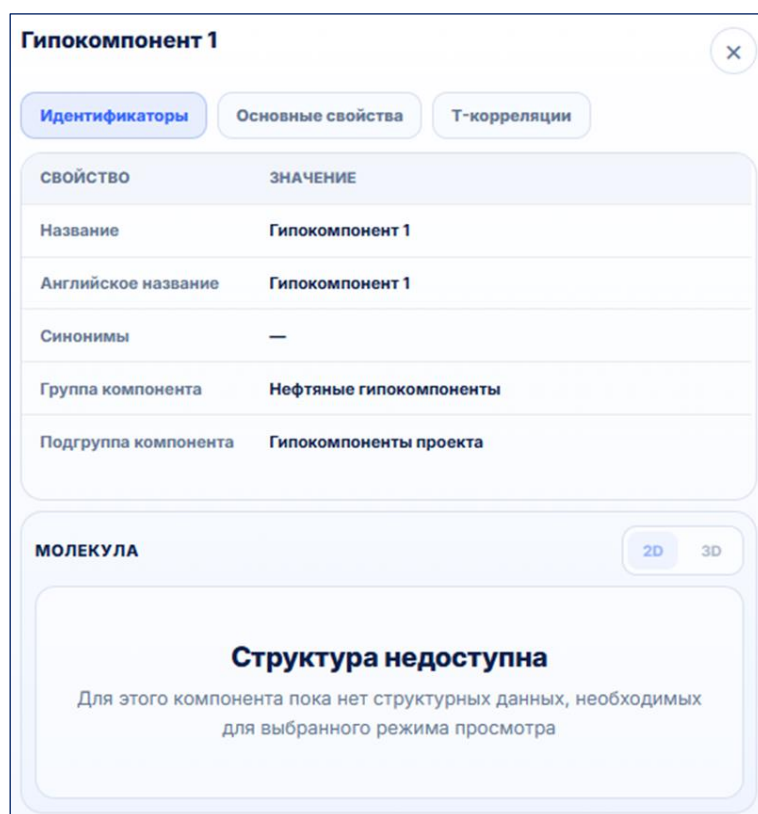
Рисунок 48. Опубликованные гипоконпоненты в каталоге компонентов

Таблица 34. Элементы каталога и карточки гипоконпонента

| Раздел или элемент      | Назначение                                  | Действия пользователя и результат                                        |
|-------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| База данных             | Переключает источник каталога               | Выберите «Гипоконпоненты» для просмотра опубликованных проектных записей |
| Поиск по базе данных    | Фильтрует записи по названию                | Введите часть названия гипоконпонента                                    |
| Фильтр по группе        | Ограничивает каталог опубликованной группой | Выберите конкретную группу или оставьте «Все группы»                     |
| Поле фильтра, Мин, Макс | Фильтрует по выбранному числовому свойству  | Выберите свойство и при необходимости задайте нижнюю и верхнюю границы   |
| Просмотреть             | Открывает карточку компонента               | Проверьте идентификаторы, основные свойства и температурные корреляции   |

| Раздел или элемент  | Назначение                                                                | Действия пользователя и результат                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Добавить            | Добавляет опубликованный гипокомпонент в редактируемый список компонентов | Нажмите кнопку с символом плюса в строке                                                  |
| Карточка компонента | Показывает сохраненный паспорт опубликованной записи                      | Если структурных данных нет, область молекулы показывает состояние «Структура недоступна» |

Карточка гипокомпонента содержит вкладки «Идентификаторы», «Основные свойства» и «Т-корреляции» аналогично другим компонентам. Для нефтяной псевдофракции молекулярная структура отсутствует; это не препятствует использованию расчетных свойств. Пример карточки приведен на рисунке 49.



**Гипокомпонент 1**

Идентификаторы | Основные свойства | Т-корреляции

| СВОЙСТВО             | ЗНАЧЕНИЕ                |
|----------------------|-------------------------|
| Название             | Гипокомпонент 1         |
| Английское название  | Гипокомпонент 1         |
| Синонимы             | —                       |
| Группа компонента    | Нефтяные гипокомпоненты |
| Подгруппа компонента | Гипокомпоненты проекта  |

**МОЛЕКУЛА** 2D 3D

**Структура недоступна**

Для этого компонента пока нет структурных данных, необходимых для выбранного режима просмотра

Рисунок 49. Карточка опубликованного гипокомпонента

### 3.7.3. ЕДИНИЧНЫЙ ГИПОКОМПОНЕНТ

Рабочая область единичного гипокомпонента разделена на форму исходных данных и расчетный паспорт. Предварительный расчет не сохраняет запись: он позволяет проверить фиксированные и рассчитанные свойства, единицы и предупреждения до создания компонента. Пример показан на рисунке 50.



Рисунок 50. Форма и расчетный паспорт единичного гипокомпонента

Таблица 35. Элементы расчета единичного гипокомпонента

| Раздел или элемент          | Назначение                                             | Действия пользователя и результат                                                                        |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Название и комментарий      | Идентифицируют проектную запись                        | Введите уникальное понятное название; комментарий необязателен                                           |
| Температура кипения         | Задаёт нормальную температуру кипения $T_b$            | Введите известное значение и выберите единицу температуры                                                |
| Молекулярная масса          | Фиксирует MW или оставляет ее для расчета              | Введите лабораторное значение при наличии; введенное значение имеет приоритет над корреляцией            |
| Плотность                   | Фиксирует стандартную плотность жидкости               | Введите известную плотность; при ее наличии фактор Ватсона определяется автоматически                    |
| Фактор Ватсона              | Задаёт резерв для оценки отсутствующей плотности       | Используйте значение по умолчанию 11,8 только при отсутствии плотности                                   |
| Задать расширенные свойства | Открывает $T_c$ , $P_c$ , $V_c$ и ацентрический фактор | Заполняйте только достоверно известные свойства; каждое введенное значение сохраняется как фиксированное |
| Набор корреляций            | Выбирает методы расчета отсутствующих свойств          | Выберите стандартный или пользовательский набор; кнопка настройки открывает реестр наборов               |

| Раздел или элемент    | Назначение                                  | Действия пользователя и результат                                      |
|-----------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Рассчитать            | Формирует предварительный расчетный паспорт | Проверьте фиксированные и расчетные свойства, единицы и предупреждения |
| Создать гипокomпонент | Сохраняет рассчитанную запись в проект      | Выберите существующую или новую группу и подтвердите создание          |

Для создания единичного гипокomпонента выполните следующие действия:

1. Введите название и при необходимости комментарий.
2. Задайте известные базовые свойства. Для предварительного расчета технически достаточно  $T_b$ , но для рабочей модели рекомендуется не менее двух независимых свойств; предпочтительный набор -  $T_b$ ,  $MW$  и стандартная плотность.
3. При наличии достоверных критических свойств включите «Задать расширенные свойства» и заполните нужные поля. Не дублируйте расчетные оценки как фиксированные исходные данные.
4. Выберите набор корреляций и нажмите «Рассчитать».
5. Проверьте расчетный паспорт и предупреждения. При необходимости скорректируйте исходные данные или методы и повторите расчет.
6. Нажмите «Создать гипокomпонент», выберите группу и подтвердите сохранение.

Если задана плотность, БАЗИС рассчитывает относительную плотность и фактор Ватсона. Если задана только  $T_b$ , отсутствующая плотность оценивается с резервным фактором Ватсона 11,8, а  $MW$  - методом  $T_{wi}$ . Такой результат следует рассматривать как предварительную инженерную оценку. Пользовательские фиксированные значения всегда имеют приоритет над выбранными корреляциями.

### 3.7.4. СЕРИЯ ГИПОКОМПОНЕНТОВ

Серия гипокomпонентов формирует несколько записей по сетке нормальных температур кипения и использует тот же набор корреляций, что единичный расчет. До сохранения БАЗИС рассчитывает всю серию и показывает таблицу предпросмотра. Рабочая область показана на рисунке 51.

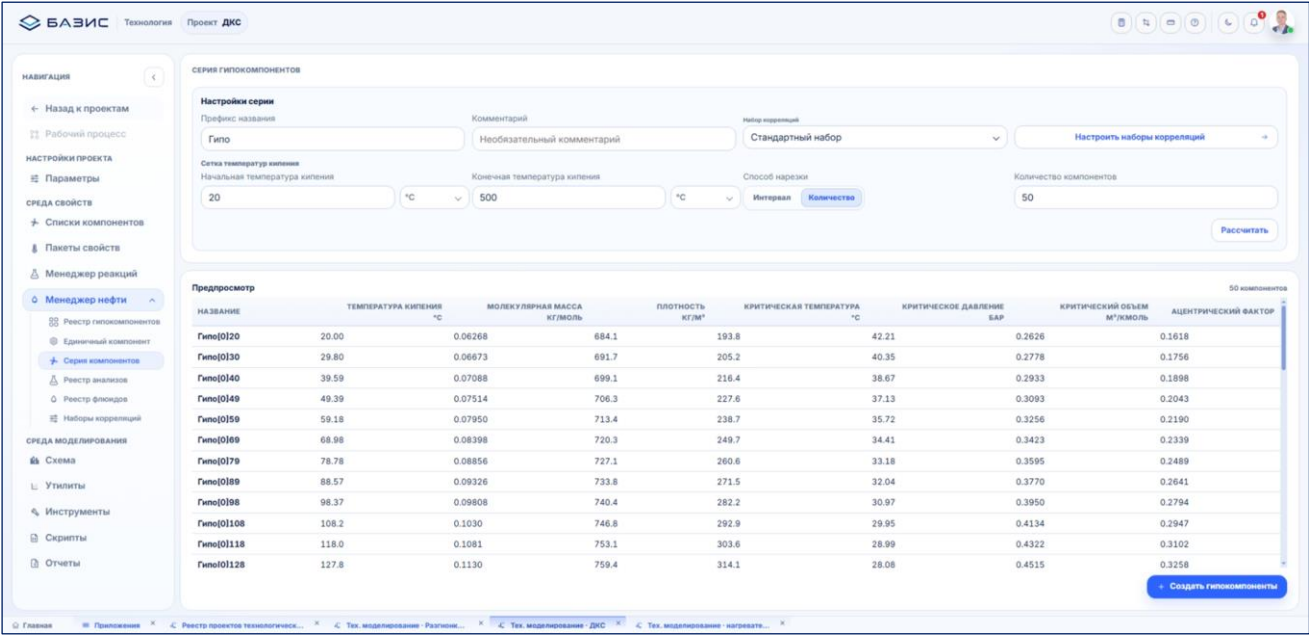


Рисунок 51. Настройка и предварительный расчет серии гипоконпонентов

Таблица 36. Элементы расчета серии гипоконпонентов

| Раздел или элемент                       | Назначение                                 | Действия пользователя и результат                                                     |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Префикс названия                         | Формирует общую часть имен записей серии   | Введите короткий префикс; к нему добавляется значение точки сетки                     |
| Комментарий                              | Сохраняет общее пояснение серии            | При необходимости укажите источник или назначение набора                              |
| Набор корреляций                         | Задаёт методы расчёта всех записей         | Выберите один набор для всей серии                                                    |
| Начальная и конечная температуры кипения | Определяют диапазон сетки                  | Введите конечную температуру выше начальной и выберите единицы                        |
| Интервал                                 | Создаёт точки с заданным шагом температуры | Задайте положительный шаг; конечная граница включается только при совпадении с сеткой |
| Количество                               | Создаёт указанное число равномерных точек  | Введите от 2 до 200 компонентов; обе границы включаются                               |
| Рассчитать                               | Строит таблицу предварительных свойств     | Проверьте количество строк, диапазон, свойства и предупреждения                       |
| Создать гипоконпоненты                   | Сохраняет всю рассчитанную серию           | Выберите одну группу для всех записей; при ошибке частичная серия не сохраняется      |

Для создания серии выполните следующие действия:

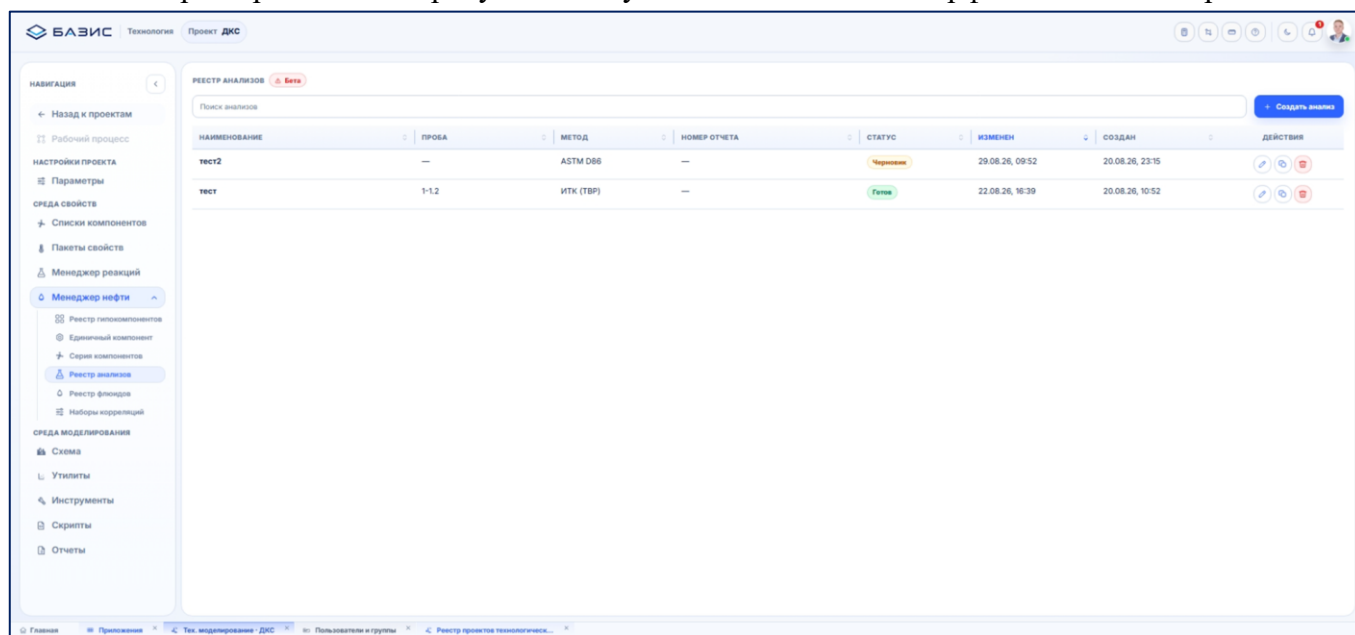
1. Задайте префикс названия, комментарий и набор корреляций.
2. Введите начальную и конечную нормальные температуры кипения.
3. Выберите способ нарезки «Интервал» или «Количество» и заполните соответствующее поле.

4. Нажмите «Рассчитать» и проверьте таблицу предпросмотра, включая число компонентов и предупреждения о диапазонах применимости.
5. Нажмите «Создать гипоконпоненты», выберите группу и подтвердите сохранение всей серии.

В режиме «Интервал» начальная точка включается всегда, а конечная - только если она лежит на заданной сетке. В режиме «Количество» обе границы включаются и промежуточные точки распределяются равномерно. За одну операцию создается не более 200 записей. В серии фиксируется Тб; остальные свойства рассчитываются с резервным фактором Ватсона 11,8 и выбранным набором корреляций.

### 3.7.5. РЕЕСТР АНАЛИЗОВ

Реестр анализов хранит паспорта проб нефти и нефтепродуктов и служит точкой входа в подготовку лабораторных данных и последующую характеризацию. В таблице отображаются наименование анализа, идентификатор пробы, метод разгонки, номер отчета, статус и даты изменения и создания. Доступны поиск, создание, редактирование, копирование и удаление записей. Заполненный реестр показан на рисунке 52. Функция отмечена в интерфейсе как бета-версия.



| НАИМЕНОВАНИЕ | ПРОБА | МЕТОД     | НОМЕР ОТЧЕТА | СТАТУС   | ИЗМЕНЕН         | СОЗДАН          | ДЕЙСТВИЯ                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------|-------|-----------|--------------|----------|-----------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| тест2        | —     | ASTM D86  | —            | Черновик | 29.08.26, 09:52 | 20.08.26, 23:15 |    |
| тест1        | 1-1.2 | ИТК (ТВР) | —            | Готово   | 22.08.26, 16:39 | 20.08.26, 10:52 |    |

Рисунок 52. Реестр анализов

Кнопка «Создать анализ» открывает форму первичного паспорта, показанную на рисунке 53. Укажите обязательное название; идентификатор пробы и комментарий заполняйте при наличии. После создания запись открывается для ввода данных разгонки, дополнительных свойств и характеризации.

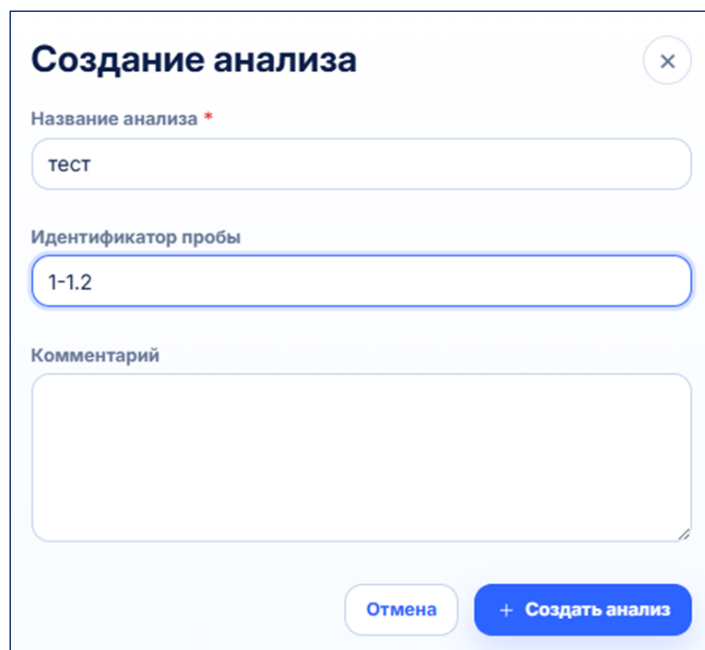


Рисунок 53. Создание анализа

Таблица 37. Элементы реестра и паспорта анализа

| Раздел или элемент | Назначение                                     | Действия пользователя и результат                                                                                            |
|--------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Поиск анализов     | Фильтрует записи реестра                       | Введите часть наименования или связанного идентификатора                                                                     |
| Создать анализ     | Открывает форму первичного паспорта            | Введите обязательное название и при необходимости идентификатор пробы и комментарий                                          |
| Наименование       | Открывает выбранный анализ                     | Откройте паспорт и последовательно проверьте вкладки «Разгонка», «Дополнительные данные» и «Характеризация»                  |
| Проба              | Показывает идентификатор лабораторной пробы    | Используйте для сопоставления записи с исходным отчетом                                                                      |
| Метод              | Показывает выбранный метод разгонки            | Проверьте, что метод соответствует вводимым лабораторным данным                                                              |
| Номер отчета       | Хранит ссылочный номер лабораторного документа | Заполните в паспорте анализа при наличии                                                                                     |
| Статус             | Различает черновик и готовый анализ            | Для статуса «Готов» проверьте полноту исходных данных и сохраните запись; черновик не используйте как окончательный источник |

| Раздел или элемент | Назначение                              | Действия пользователя и результат                                                                       |
|--------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Действия           | Позволяют копировать или удалять запись | Редактируйте, копируйте или удаляйте запись только после проверки ее назначения и связанных результатов |

1. Откройте «Реестр анализов» и нажмите «Создать анализ».
2. Введите название анализа. При наличии укажите идентификатор пробы и комментарий.
3. Нажмите «Создать анализ». БАЗИС откроет паспорт новой записи.
4. В паспорте последовательно заполните вкладки «Разгонка» и «Дополнительные данные», затем перейдите к вкладке «Характеризация» для подготовки проектных фракций по лабораторной кривой.

Создание записи анализа само по себе не создает набор проектных фракций. Для использования результатов в моделировании выполните характеризацию, проверьте согласование свойств целого флюида, сохраните набор в проектную группу и опубликуйте соответствующий снимок группы.

## Паспорт анализа

Паспорт содержит три вкладки. На вкладке «Разгонка» задаются сведения о пробе, метод и базис разгонки, единицы лабораторных свойств, точки кривой и свойство, отображаемое на графике. После ввода или изменения данных нажмите «Сохранить». Вкладка «Разгонка» показана на рисунке 54.

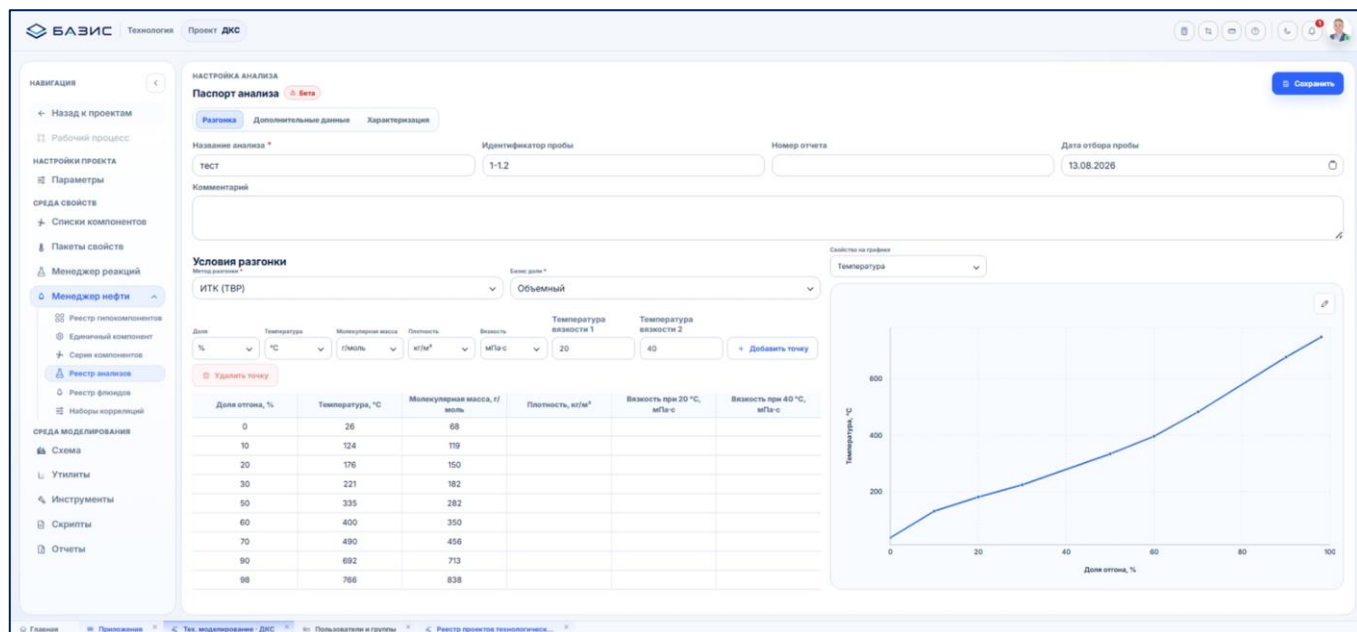
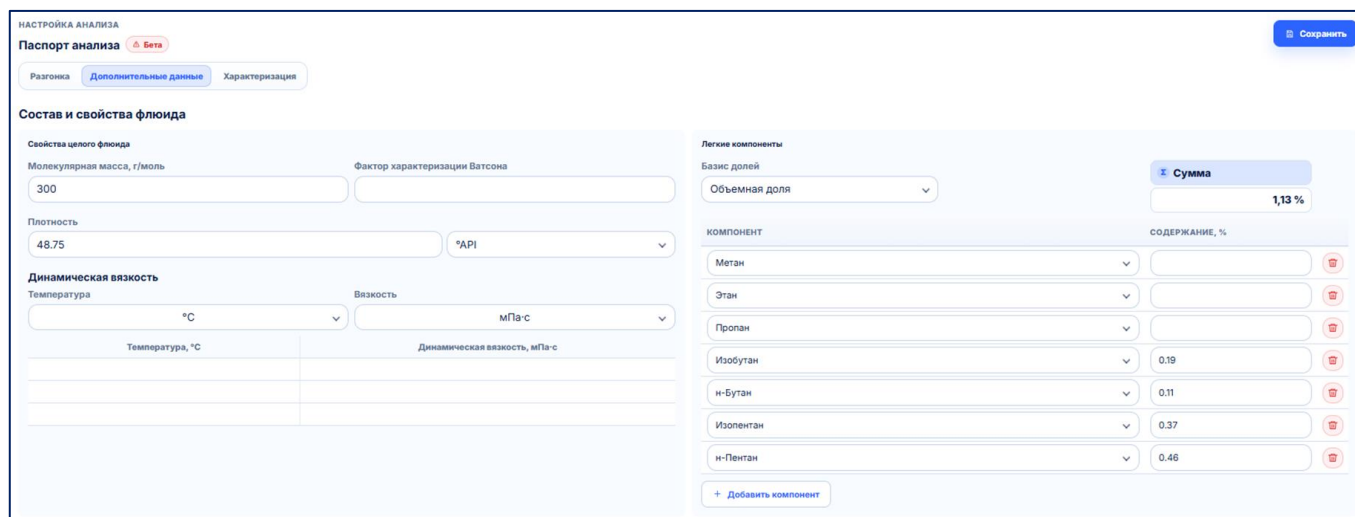


Рисунок 54. Паспорт анализа: вкладка «Разгонка»

На вкладке «Дополнительные данные» при наличии указываются молекулярная масса, фактор характеристики Ватсона, плотность целого флюида, точки динамической вязкости и содержание легких компонентов. Для каждого показателя выберите единицу и основу долей, соответствующие лабораторному отчету; строка «Сумма» помогает проверить введенный состав. Пример заполнения вкладки показан на рисунке 55.



**НАСТРОЙКА АНАЛИЗА**  
**Паспорт анализа** ▲ Бета Сохранить

Разгонка **Дополнительные данные** Характеризация

**Состав и свойства флюида**

Свойства целого флюида

Молекулярная масса, г/моль:  Фактор характеристики Ватсона:

Плотность:  °API:

**Динамическая вязкость**

Температура:  °C Вязкость:  мПа·с

| Температура, °C | Динамическая вязкость, мПа·с |
|-----------------|------------------------------|
|                 |                              |
|                 |                              |
|                 |                              |

**Легкие компоненты**

Базис долей:  Объемная доля:  Сумма: 1,13 %

| КОМПОНЕНТ | СОДЕРЖАНИЕ, % |
|-----------|---------------|
| Метан     |               |
| Этан      |               |
| Пропан    |               |
| Изобутан  | 0.19          |
| н-Бутан   | 0.11          |
| Изопентан | 0.37          |
| н-Пентан  | 0.46          |

+ Добавить компонент

Рисунок 55. Паспорт анализа: вкладка «Дополнительные данные»

В блоке «Кривые свойств» можно добавить доступные лабораторные зависимости, например молекулярной массы, плотности или вязкости от доли отгона. Таблица остается источником числовых значений, а график используется для проверки полноты и плавности зависимости. Пиктограмма карандаша изменяет оформление графика, но не лабораторные точки. Пример лабораторной кривой показан на рисунке 56.

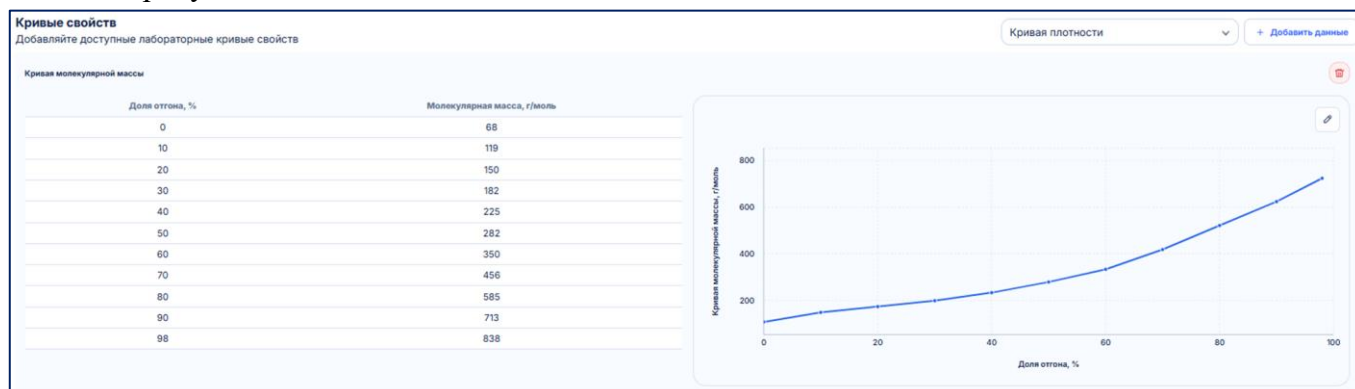


Рисунок 56. Лабораторная кривая свойства

На вкладке «Характеризация» задайте имя группы и префикс компонентов, выберите нарезку на равные доли либо по температурным диапазонам и сформируйте предварительный расчет. Перед созданием набора сопоставьте заданные и рассчитанные свойства целого флюида, проверьте статусы согласования, интервалы фракций и графические кривые. Кнопка «Создать набор» сохраняет проверенный результат в проектную группу. Результаты характеристики и предварительного расчета показаны на рисунке 57.



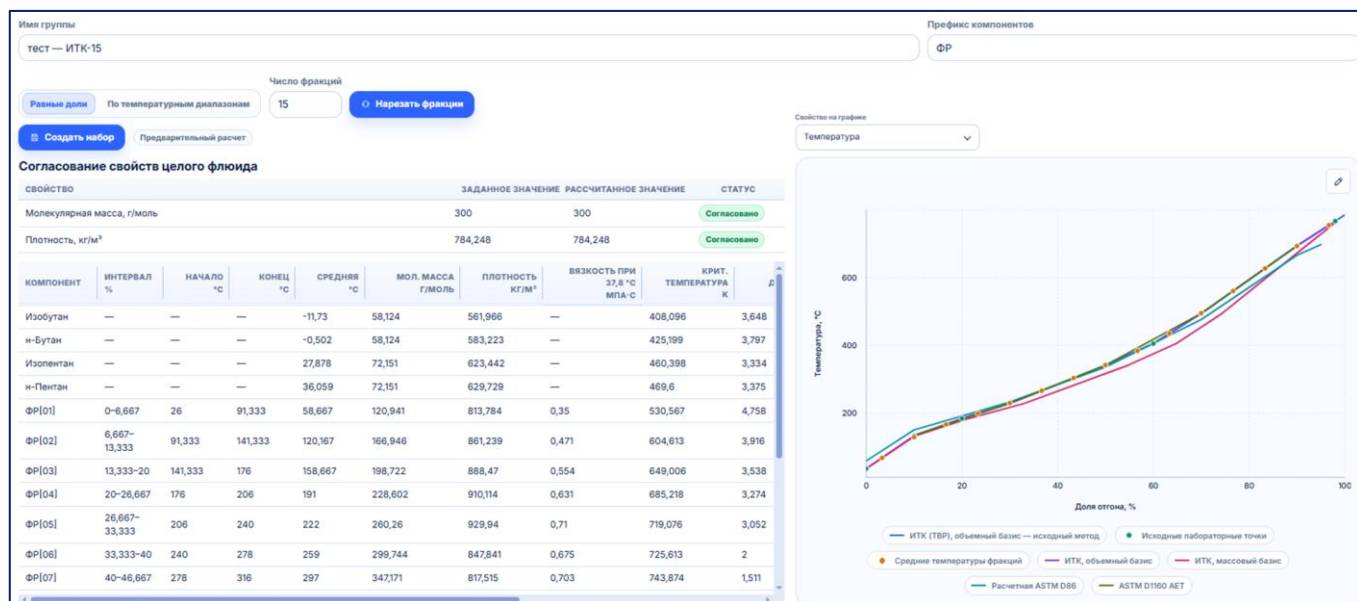


Рисунок 57. Характеризация и предварительный расчет фракций

**ВНИМАНИЕ.** Функция реестра анализов имеет статус «Бета». Перед использованием результатов проверьте исходный метод, базис долей и единицы. Характеризация не выполняется при недостаточном числе полностью заданных точек или незаполненных обязательных свойствах. Для данных ASTM D1160 может потребоваться фактор Ватсона либо плотность целого флюида. Не смешивайте массовый и объемный базисы и не создавайте набор, пока сумма легких компонентов и согласование свойств требуют исправления.

### 3.7.6. НАБОРЫ КОРРЕЛЯЦИЙ

Набор корреляций фиксирует проектный выбор методов расчета отсутствующих свойств гипоконцентра. Стандартный набор защищен от изменения и удаления. Для настройки создайте пользовательский набор или скопируйте существующий. Реестр и редактор показаны на рисунке 58.

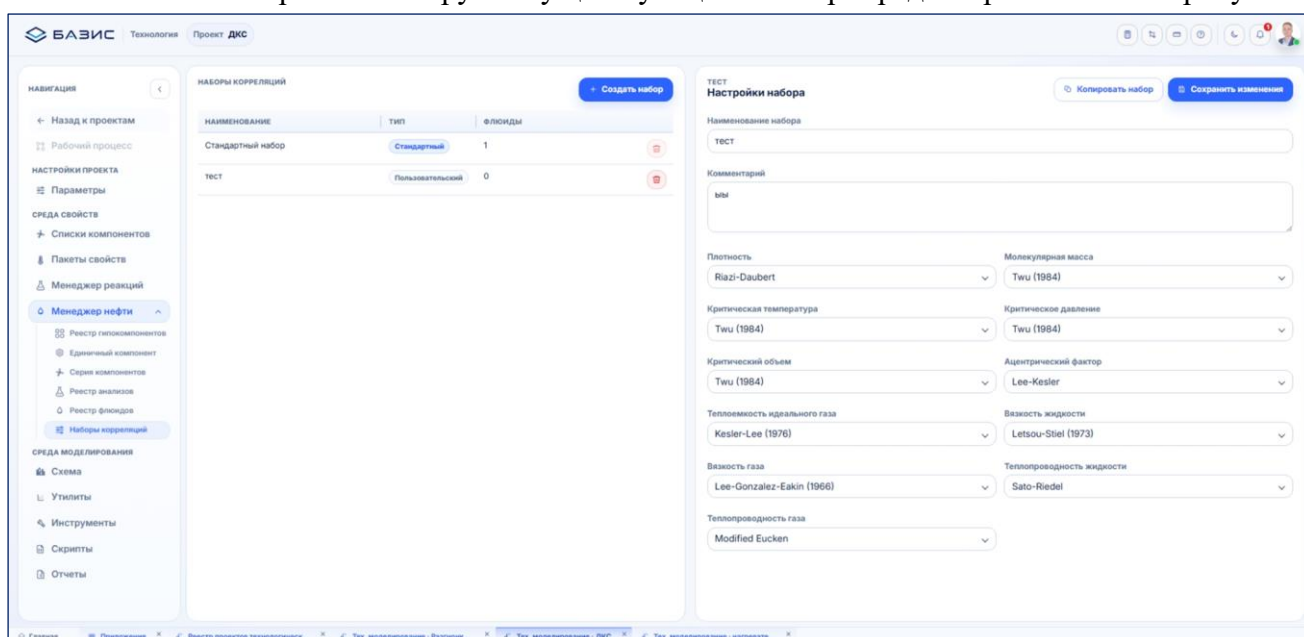


Рисунок 58. Реестр и редактор наборов корреляций

Таблица 38. Элементы настройки набора корреляций

| Раздел или элемент           | Назначение                                                       | Действия пользователя и результат                                           |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Реестр наборов               | Показывает наименование, тип и число использующих набор флюидов  | Выберите строку для просмотра редактора; стандартный набор помечен отдельно |
| Создать набор                | Создает пользовательский набор с проектным названием             | Введите название и комментарий, затем настройте методы                      |
| Копировать набор             | Создает редактируемую копию выбранной редакции                   | Используйте для настройки стандартного или ранее сохраненного набора        |
| Плотность                    | Выбирает расчет стандартной плотности                            | Доступны Riazi-Daubert и Watson                                             |
| Молекулярная масса           | Выбирает расчет отсутствующей MW                                 | Доступны Twu (1984) и Riazi-Daubert                                         |
| Критическая температура      | Выбирает расчет $T_c$                                            | Доступны Twu, Riazi-Daubert, Lee-Kesler и Cavett                            |
| Критическое давление         | Выбирает расчет $P_c$                                            | Доступны Twu, Riazi-Daubert, Lee-Kesler и Cavett                            |
| Критический объем            | Выбирает расчет $V_c$                                            | Доступны Twu, Rackett $Z_c$ и Riazi-Daubert                                 |
| Ацентрический фактор         | Выбирает расчет $\omega$                                         | Доступны Lee-Kesler и Edmister                                              |
| Теплоемкость идеального газа | Задаёт тепловую корреляцию                                       | Используется Kesler-Lee (1976)                                              |
| Вязкость жидкости            | Задаёт жидкофазную транспортную корреляцию                       | Используется Letsou-Stiel (1973)                                            |
| Вязкость газа                | Задаёт газофазную транспортную корреляцию                        | Используется Lee-Gonzalez-Eakin (1966)                                      |
| Теплопроводность жидкости    | Задаёт жидкофазную теплопроводность                              | Используется Sato-Riedel                                                    |
| Теплопроводность газа        | Задаёт газофазную теплопроводность                               | Используется Modified Eucken                                                |
| Сохранить изменения          | Сохраняет имя, комментарий и выбранные методы                    | Изменение методов создает новую неизменяемую расчетную ревизию              |
| Удалить                      | Удаляет пользовательский набор, который не используется флюидами | Стандартный и используемый наборы удалить нельзя                            |

Для настройки пользовательского набора выполните следующие действия:

1. Откройте «Наборы корреляций» и выберите исходный набор.
2. Нажмите «Копировать набор» либо «Создать набор», затем задайте наименование и комментарий.
3. Выберите метод отдельно для каждого доступного свойства.
4. Нажмите «Сохранить изменения» и вернитесь в форму единичного гипокомпонента или серии.
5. Выберите сохраненный набор перед новым предварительным расчетом.

## 3.8. СХЕМА И РАСЧЕТ

### 3.8.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ

Раздел «Схема» предназначен для построения технологической схемы, настройки объектов и запуска расчета. В рабочей области объединены канвас схемы, панель управления моделированием, палитра моделей и нижние панели контроля расчета. Общий вид приведен на рисунке 59.

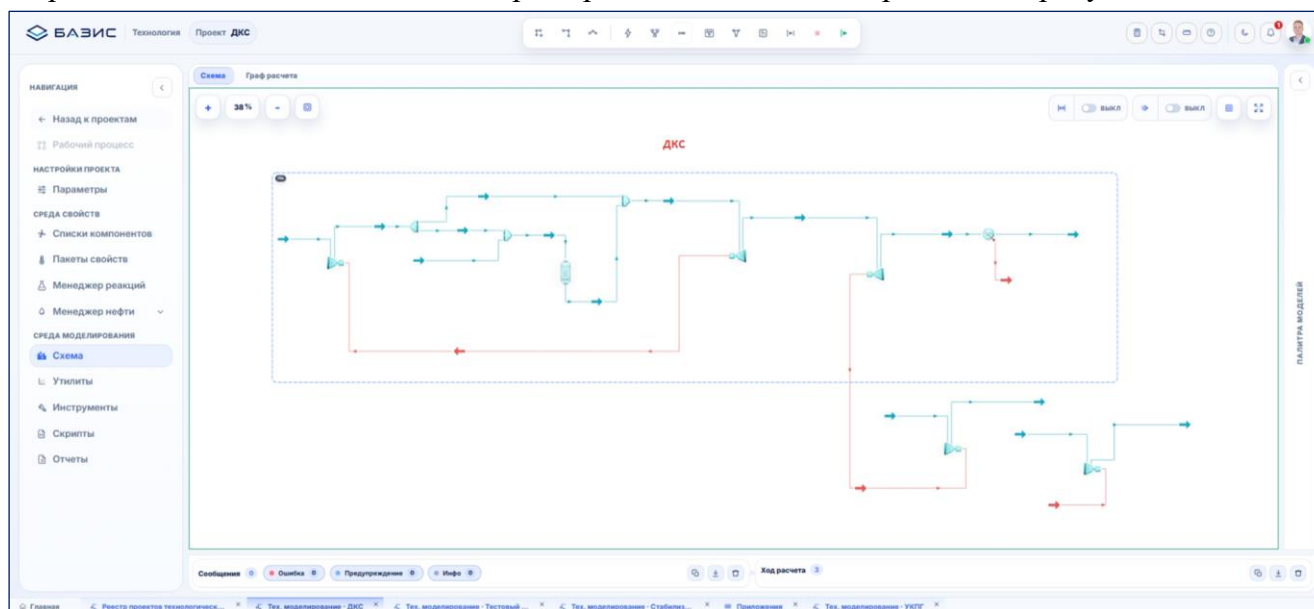


Рисунок 59. Рабочая область схемы

Слева остается проектная навигация. Центральную часть занимает схема с объектами и потоками; справа раскрывается палитра моделей; снизу размещены панели «Сообщения» и «Ход расчета». Верхняя панель содержит команды работы с версиями, окнами моделирования и расчетом.

### 3.8.2. ОСНОВНОЙ ПОРЯДОК ПОСТРОЕНИЯ И РАСЧЕТА

Для построения и расчета технологической схемы выполните следующие действия:

1. Откройте проект приложения «Технология» и в навигации проекта выберите «Схема». До построения схемы подготовьте список компонентов и пакет свойств; активный пакет определяет термодинамические методы расчета.
2. Разверните «Палитру моделей». Найдите объект по названию либо раскройте требуемую группу. Перетащите плитку на нужное место канваса; для добавления в позицию по умолчанию можно дважды нажать плитку.
3. Добавьте материальные и энергетические потоки, аппараты и необходимые манипуляторы. Для соединения объектов перетащите линию от совместимого выходного порта к входному.

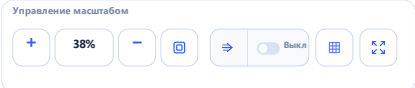
Отображение портов включается верхней кнопкой; при скрытых портах удерживание Alt позволяет временно их просмотреть.

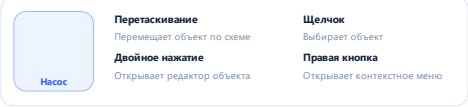
1. Расположите объекты на схеме перетаскиванием. Щелчок выбирает объект; сочетание Ctrl, Shift или Meta позволяет выбрать несколько объектов. Двойное нажатие открывает редактор объекта, а правая кнопка – контекстное меню доступных операций.
2. Заполните исходные данные потоков и аппаратов в редакторах объектов. Если входных данных недостаточно, БАЗИС добавляет предупреждение или ошибку в панель «Сообщения» и отражает состояние на схеме.
3. Выберите режим расчета. В ручном режиме нажмите «Запустить схему». В режиме авторасчета отдельная команда запуска недоступна: после изменения и подготовки корректного плана БАЗИС автоматически запускает расчет.
4. Во время выполнения контролируйте панель «Ход расчета». При необходимости нажмите «Остановить расчет»; команда активна только для выполняющегося запуска. Редактирование топологии во время расчета блокируется.
5. После завершения проверьте сообщения, статусы шагов и результаты объектов. Для анализа последовательности зависимостей откройте вкладку «Граф расчета». При наличии ошибок исправьте исходные данные или соединения и запустите расчет повторно.

### 3.8.3. ЭЛЕМЕНТЫ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ

Основные элементы рабочей области схемы приведены в таблице 39. Каждая кнопка верхней панели отдельно описана в таблице 40.

Таблица 39. Элементы рабочей области схемы

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                            | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Панель управления моделированием</b> | Содержит команды сохранения и управления версиями, открытия реестра теплоносителей, дерева объектов, портов, схемы и графа, показа панели расчета, выбора ручного или автоматического режима, остановки и запуска. Недоступная команда отображается приглушенно |
|  | <b>Вкладки «Схема» и «Граф расчета»</b> | «Схема» открывает канвас для построения и настройки модели. «Граф расчета» показывает расчетные зависимости и порядок обработки объектов; вкладку можно повторно открыть кнопкой «Открыть граф» на верхней панели                                               |
|  | <b>Управление схемой</b>                | Кнопки «+» и «-» изменяют масштаб, поле процента позволяет задать его числом, «Показать целиком» вписывает                                                                                                                                                      |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование             | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |                          | все объекты в рабочую область. Отдельные переключатели включают анимацию потоков и диапазонную окраску; кнопки рядом открывают их настройки. Также доступны отображение сетки и полноэкранный режим                    |
|  | <b>Объект на канвасе</b> | Объекты перемещаются перетаскиванием. Щелчок выбирает объект; двойное нажатие открывает его редактор; правая кнопка открывает контекстное меню. Перетаскивание от порта создает соединение только с совместимым портом |

Назначение каждой кнопки панели управления моделированием приведено в таблице 40.

Таблица 40. Кнопки панели управления моделированием

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                              | Назначение и действия пользователя                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Сохранить как версию</b>               | Создает именованную версию текущего состояния проекта и открывает окно параметров сохранения           |
|  | <b>Управление версиями</b>                | Открывает менеджер сохраненных версий проекта и доступные операции с ними                              |
|  | <b>Показать или скрыть окно версий</b>    | Переключает видимость панели истории версий; активное состояние означает, что панель показана          |
|  | <b>Открыть реестр теплоносителей</b>      | Открывает реестр теплоносителей для настройки теплообменного оборудования проекта                      |
|  | <b>Открыть или скрыть дерево объектов</b> | Переключает иерархическое дерево объектов схемы; активное состояние соответствует открытому дереву     |
|  | <b>Показать или скрыть порты</b>          | Переключает постоянное отображение портов. При скрытых портах удерживайте Alt для временного просмотра |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                              | Назначение и действия пользователя                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Открыть схему</b>                      | Открывает рабочую вкладку технологической схемы или переводит на нее фокус                 |
|    | <b>Открыть граф</b>                       | Открывает граф расчетных зависимостей и последовательности обработки объектов              |
|    | <b>Показать или скрыть панель расчета</b> | Переключает панель контроля расчета; активное состояние означает, что панель показана      |
|    | <b>Режим расчета</b>                      | Переключает ручной режим и авторасчет. В авторасчете отдельная команда запуска недоступна  |
|    | <b>Остановить расчет</b>                  | Останавливает текущий расчет. Кнопка недоступна, если активного запуска нет                |
|  | <b>Запустить схему</b>                    | Запускает расчет в ручном режиме; недоступна во время запуска и при включенном авторасчете |

### 3.8.4. ВИЗУАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ И ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ

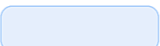
Цвет объекта или линии на схеме используется для быстрой оценки расчетного состояния. Отображение включается переключателем «Подсветка статуса объектов» в правой верхней части рабочей области. Статусная подсветка не заменяет проверку исходных данных и сообщений расчета.

Следует различать три независимых признака: цвет расчетного состояния, синюю рамку выбранного объекта и оранжевую точку инженерного предупреждения. Их значения приведены в таблице 41.

Таблица 41. Визуальные признаки объектов и потоков на схеме

| Визуальный признак                                                                  | Состояние          | Значение и рекомендуемое действие                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Рассчитано         | Для объекта существует актуальный успешный результат. Объект сохраняет штатную пиктограмму и цвет портов; это не один фиксированный цвет для всех типов объектов |
|  | Ожидает выполнения | Объект включен в текущий запуск, но его расчетный шаг еще не начал. Дождитесь продвижения расчета или проверьте очередь шагов на панели «Ход расчета»            |



| Визуальный признак                                                                  | Состояние                                 | Значение и рекомендуемое действие                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Выполняется                               | Расчет объекта выполняется. Синяя подсветка пульсирует; до завершения шага не изменяйте связанные исходные данные                                                                                                    |
|    | Шаг сошелся                               | Текущий расчетный шаг завершен успешно. Общий запуск при этом может продолжаться для зависимых объектов                                                                                                              |
|    | Требуется внимания или повторного расчета | Объект изменен, не рассчитан, имеет недостаточные исходные данные, был пропущен либо сформировал предупреждение. Откройте объект и панели «Сообщения» и «Ход расчета», устраните причину и повторите расчет          |
|    | Ошибка расчета                            | Последний расчетный шаг завершился ошибкой. Просмотрите текст ошибки и проблемный шаг, исправьте исходные данные или связи и запустите расчет повторно                                                               |
|  | Неполная топология                        | Не подключен один или несколько обязательных портов. Подключите требуемые потоки. Красная гамма также используется для ошибки расчета, поэтому точную причину определяйте по редактору объекта и сообщениям          |
|  | Отключено                                 | Объект исключен из расчета и отображается приглушенно. Включите его, если он должен участвовать в расчетной последовательности                                                                                       |
|  | Выбранный объект                          | Синяя рамка и светлая синяя заливка показывают только текущий выбор на схеме. Выделение не является расчетным статусом и может сочетаться с любым статусным цветом                                                   |
|  | Точка предупреждения                      | Оранжевая точка означает, что результат расчета получен, но для объекта сформированы инженерные предупреждения. Наведите указатель на точку для краткого текста, затем при необходимости откройте панель «Сообщения» |

Для проверки объекта по визуальным признакам выполните следующие действия:

1. Выберите объект на схеме или в дереве объектов. Синяя рамка подтверждает текущий выбор; двойным щелчком откройте редактор объекта.
2. Если рядом с рассчитанным объектом отображается оранжевая точка, наведите на нее указатель и прочитайте краткий текст предупреждения.
3. Откройте панель «Сообщения» и отфильтруйте ошибки и предупреждения. Для выполняемого или неуспешного запуска дополнительно проверьте панель «Ход расчета».



4. Для состояния «Неполная топология» подключите обязательные входы и выходы; для состояния «Требуется внимания» проверьте спецификации и измененные исходные данные.
5. После устранения причины выполните расчет повторно и убедитесь, что объект перешел в состояние «Рассчитано» либо «Шаг сошелся» без точки предупреждения.

Для групповой операции выберите несколько объектов одним из следующих способов:

6. Удерживая Ctrl в Windows или Command в macOS, нажимайте левой кнопкой мыши отдельные объекты, которые требуется добавить к текущему выбору.
7. Удерживая Shift, протяните левой кнопкой мыши рамку по свободной области схемы. В выбор попадут объекты, пересекающие область рамки.
8. Нажмите правой кнопкой мыши любой объект выбранной группы, чтобы открыть контекстное меню для всей группы. Клавиши Delete или Backspace вызывают удаление выбранных объектов с подтверждением.

Выделенная группа объектов и связанных потоков показана на рисунке 60.

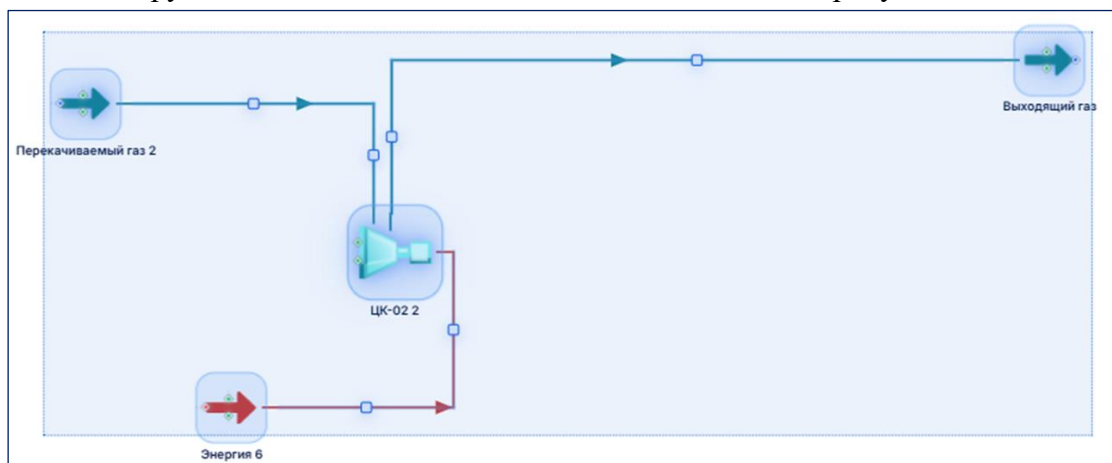


Рисунок 60. Множественный выбор объектов технологической схемы

**ВАЖНО.** Диапазонная окраска имеет приоритет над статусным цветом линии потока. Если требуется диагностировать состояние потока, временно отключите диапазонную окраску. Анимация потоков показывает направление движения и не является признаком успешности расчета

## Выпрямление и выравнивание связей

Для выпрямления или выравнивания связей сначала выделите не менее двух объектов. На панели управления станет доступна кнопка «Выровнять выбранные объекты»; те же команды

находятся в контекстном меню выделенной группы в разделе «Выровнять». Меню показано на рисунке 61.

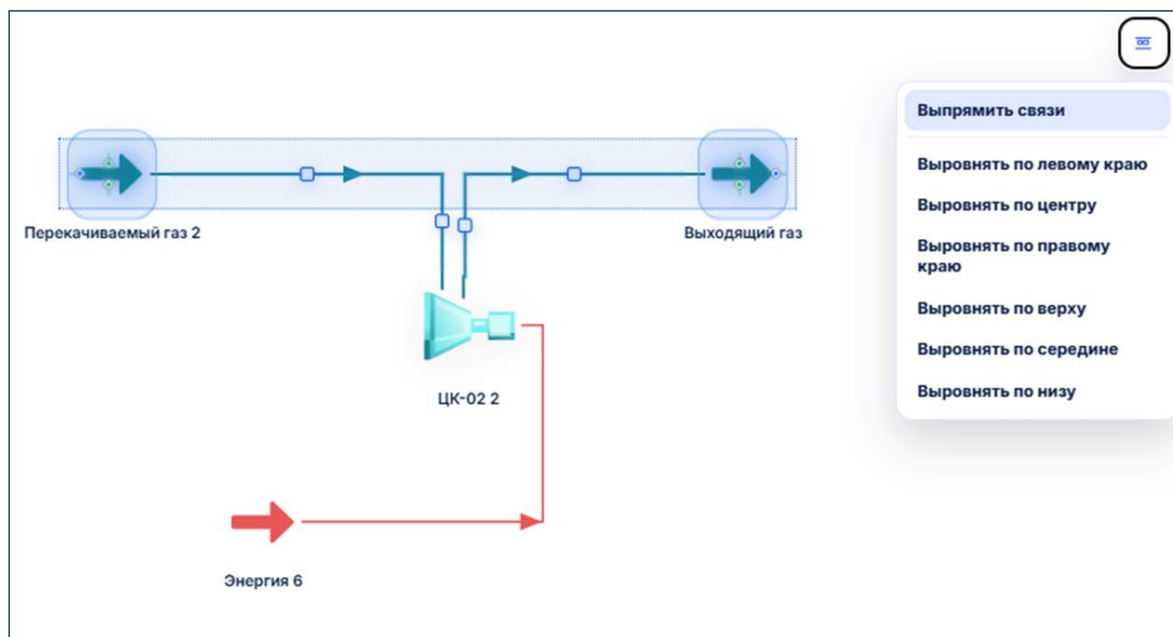


Рисунок 61. Команды выпрямления и выравнивания связей выбранных объектов

Для выпрямления связей выполните следующие действия:

1. Выделите объекты, связанные потоками, и откройте меню выравнивания. В режиме только просмотра и при заблокированном редактировании команда недоступна.
2. Выберите «Выпрямить связи». БАЗИС определит преимущественное горизонтальное или вертикальное направление группы, переместит центры выбранных объектов на общую линию и заново проложит связи между ними.
3. Проверьте положение объектов и маршруты потоков. Ранее заданные вручную или импортированные корректировки маршрута сбрасываются только для связей, у которых оба конечных объекта входят в выделение.

Для геометрического выравнивания доступны команды «Выровнять по левому краю», «Выровнять по центру», «Выровнять по правому краю», «Выровнять по верху», «Выровнять по середине» и «Выровнять по низу». Они перемещают выбранные объекты относительно границ или центра выделенной группы.

### 3.8.5. ПАЛИТРА МОДЕЛЕЙ

Палитра моделей содержит доступные для добавления на схему потоки, подсхемы, аппараты и расчетные манипуляторы. Панель можно свернуть кнопкой в заголовке; ее состояние сохраняется для проекта. Общий вид палитры приведен на рисунке 62.

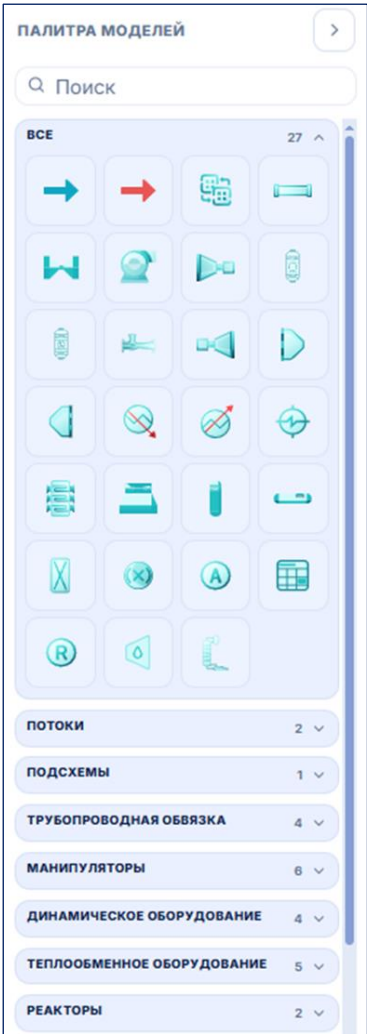
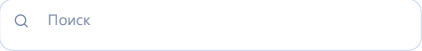


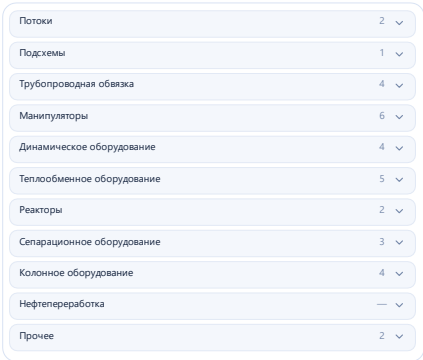
Рисунок 62. Палитра моделей

Для добавления объекта перетащите его плитку из палитры в требуемую точку схемы. Двойное нажатие плитки добавляет объект в позицию, определенную рабочей областью.

Элементы палитры моделей приведены в таблице 42.

Таблица 42. Элементы палитры моделей

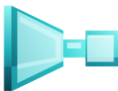
| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование            | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Поиск</b>            | Фильтрует плитки по локализованному названию и внутреннему виду модели. Поиск выполняется сразу при вводе; если совпадений нет, отображается подсказка расширить запрос или очистить поле |
|  | <b>Заголовок группы</b> | Раскрывает или сворачивает категорию. Число справа показывает количество доступных элементов категории после применения текущего поиска                                                   |

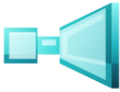
| Элемент интерфейса                                                                 | Наименование          | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <b>Плитка модели</b>  | Содержит пиктограмму модели. Перетаскивание добавляет объект в выбранную точку канваса; двойное нажатие добавляет его в позицию по умолчанию. Название модели отображается в подсказке при наведении                                                                                                                                                                                                                                                    |
|  | <b>Группы палитры</b> | «Потоки» – материальный и энергетический потоки; «Подсхемы» – вложенные схемы; «Трубопроводная обвязка» – трубопровод, клапан, смеситель и делитель; «Манипуляторы» – сатуратор, компонентный разделитель, уставка, подбор, электронная таблица и рецикл; далее расположены динамическое и теплообменное оборудование, реакторы, сепарационное и колонное оборудование и прочие элементы. Состав группы зависит от доступности моделей в текущей версии |

Все 27 объектов, фактически отображаемые в категории «Все» текущей версии палитры, приведены в таблице 43.

Таблица 43. Объекты палитры моделей

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                | Назначение и действия пользователя                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Материальный поток</b>   | Группа «Потоки». Передает состав, расход и термодинамическое состояние материальной среды |
|  | <b>Энергетический поток</b> | Группа «Потоки». Передает тепловую или механическую нагрузку между объектами              |
|  | <b>Подсхема</b>             | Группа «Подсхемы». Включает в проект вложенную технологическую схему                      |
|  | <b>Трубопровод</b>          | Группа «Трубопроводная обвязка». Рассчитывает транспорт потока по трубопроводу            |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                    | Назначение и действия пользователя                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Клапан</b>                   | Группа «Трубопроводная обвязка». Моделирует дросселирование и перепад давления на клапане             |
|    | <b>Смеситель</b>                | Группа «Трубопроводная обвязка». Объединяет несколько входных потоков в один выходной                 |
|    | <b>Делитель</b>                 | Группа «Трубопроводная обвязка». Разделяет один входной поток на несколько выходных ветвей            |
|    | <b>Сатуратор</b>                | Группа «Манипуляторы». Насыщает поток водой при заданных условиях                                     |
|   | <b>Компонентный разделитель</b> | Группа «Манипуляторы». Распределяет компоненты между продуктовыми потоками                            |
|  | <b>Уставка</b>                  | Группа «Манипуляторы». Передает заданное или связанное значение целевому параметру                    |
|  | <b>Подбор</b>                   | Группа «Манипуляторы». Изменяет параметр до достижения требуемого значения наблюдаемой величины       |
|  | <b>Электронная таблица</b>      | Группа «Манипуляторы». Выполняет пользовательские вычисления и связывает параметры объектов           |
|  | <b>Рецикл</b>                   | Группа «Манипуляторы». Замыкает обратную связь и согласует рецикловый контур                          |
|  | <b>Насос</b>                    | Группа «Динамическое оборудование». Повышает давление жидкого потока и рассчитывает энергопотребление |
|  | <b>Компрессор</b>               | Группа «Динамическое оборудование». Повышает давление газового потока и определяет мощность           |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                       | Назначение и действия пользователя                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Детандер</b>                    | Группа «Динамическое оборудование». Расширяет поток со снижением давления и получением мощности |
|    | <b>Эжектор</b>                     | Группа «Динамическое оборудование». Использует активный поток для подсоса и сжатия пассивного   |
|    | <b>Охладитель</b>                  | Группа «Теплообменное оборудование». Отводит тепло от потока до заданного состояния             |
|    | <b>Нагреватель</b>                 | Группа «Теплообменное оборудование». Подводит тепло к потоку до заданного состояния             |
|   | <b>Теплообменник</b>               | Группа «Теплообменное оборудование». Передает тепло между двумя потоками без смешения           |
|  | <b>Многопоточный теплообменник</b> | Группа «Теплообменное оборудование». Организует тепловой обмен нескольких потоков               |
|  | <b>АВО</b>                         | Группа «Теплообменное оборудование». Охлаждает технологический поток наружным воздухом          |
|  | <b>Стехиометрический реактор</b>   | Группа «Реакторы». Рассчитывает заданные стехиометрические реакции и конверсии                  |
|  | <b>Реактор Гиббса</b>              | Группа «Реакторы». Определяет равновесный состав минимизацией энергии Гиббса                    |
|  | <b>Двухфазный сепаратор</b>        | Группа «Сепарационное оборудование». Разделяет поток на паровую и жидкую фазы                   |
|  | <b>Трехфазный сепаратор</b>        | Группа «Сепарационное оборудование». Разделяет поток на газовую и две жидкие фазы               |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование   | Назначение и действия пользователя                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Колонна</b> | Группа «Колонное оборудование». Выполняет многоступенчатое массообменное разделение смеси |

### 3.8.6. ТЕКСТ И ПРЯМОУГОЛЬНИК

В группе «Прочее» палитры моделей находятся объекты «Текст» и «Прямоугольник». Они предназначены для оформления схемы: позволяют добавлять пояснения, заголовки и визуальные границы участков. Эти объекты не участвуют в технологическом расчете, не влияют на готовность схемы к запуску и не изменяют расчетные результаты.

**Текст.** Объект используют для размещения на схеме произвольной надписи или многострочного пояснения. После выделения объекта его содержимое и оформление задают на вкладке «Настройки» редактора свойств.

1. Откройте в палитре моделей группу «Прочее» и добавьте объект «Текст» в рабочую область.
2. Выделите объект и на вкладке «Настройки» введите надпись в поле «Текст». Поле поддерживает несколько строк.
3. Выберите шрифт, размер, насыщенность, стиль, выравнивание и цвет текста.
4. Переместите объект в нужное место. При необходимости измените его размер маркерами выделения; длинный текст переносится внутри заданной области.

Пример настройки объекта показан на рисунке 63, а назначение параметров приведено в таблице 44.

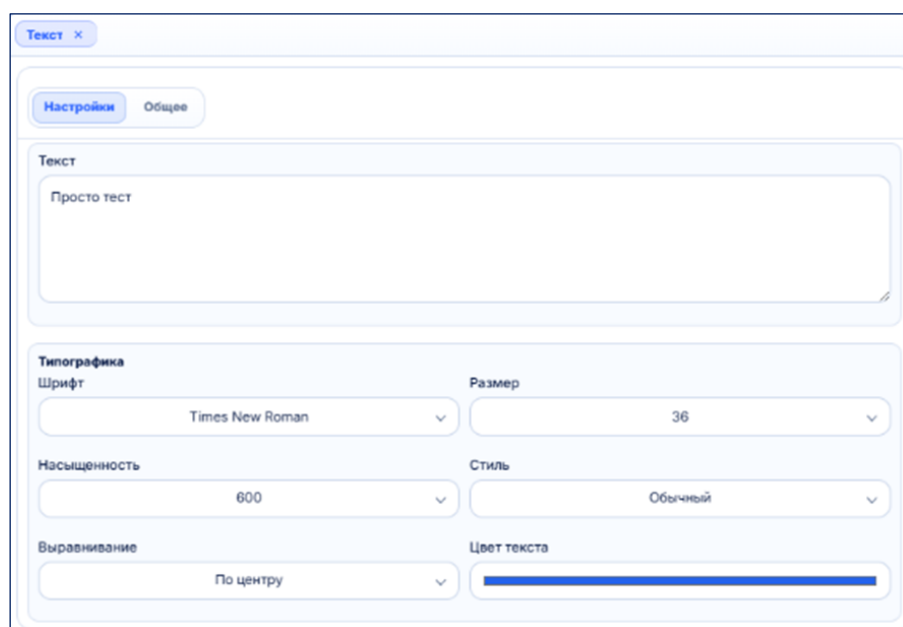


Рисунок 63. Настройка объекта «Текст»

Таблица 44. Параметры объекта «Текст»

| Параметр     | Назначение         | Действие пользователя                        |
|--------------|--------------------|----------------------------------------------|
| <b>Текст</b> | Содержимое надписи | Введите однострочный или многострочный текст |
| <b>Шрифт</b> | Гарнитура текста   | Выберите шрифт из списка                     |



| Параметр              | Назначение                            | Действие пользователя                             |
|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Размер</b>         | Размер символов                       | Выберите значение из списка                       |
| <b>Насыщенность</b>   | Толщина начертания                    | Выберите значение от 400 до 800                   |
| <b>Стиль</b>          | Обычное или курсивное начертание      | Выберите «Обычный» или «Курсив»                   |
| <b>Выравнивание</b>   | Положение строк внутри области текста | Выберите выравнивание слева, по центру или справа |
| <b>Цвет текста</b>    | Цвет надписи на схеме                 | Укажите цвет с помощью элемента выбора цвета      |
| <b>Размер объекта</b> | Границы области размещения надписи    | Измените ширину и высоту маркерами выделения      |

Вид выделенного объекта «Текст» в рабочей области показан на рисунке 64.



Рисунок 64. Объект «Текст» в рабочей области

**Прямоугольник.** Объект используют для визуального объединения элементов схемы в участок или функциональную зону. Внутренняя область прямоугольника прозрачна, поэтому размещенные внутри модели и связи остаются видимыми. Имя объекта отображается в подписи у верхнего левого края рамки.

1. Откройте в палитре моделей группу «Прочее» и добавьте объект «Прямоугольник» в рабочую область.
2. Выделите объект и на вкладке «Настройки» задайте имя, параметры шрифта, выравнивание и цвет подписи.
3. Выберите цвет, толщину и стиль рамки. Доступны сплошная, штриховая и пунктирная линии.
4. Переместите рамку и измените ее размер маркерами выделения так, чтобы она охватывала требуемый участок схемы.

Пример настройки объекта показан на рисунке 65, а назначение параметров приведено в таблице 45.

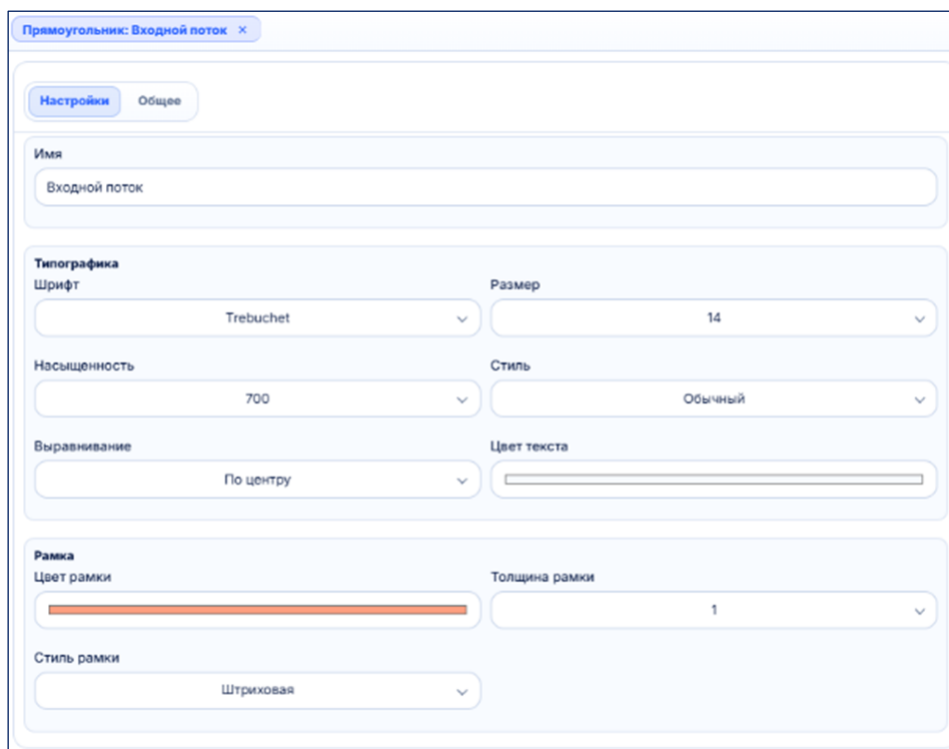


Рисунок 65. Настройка объекта «Прямоугольник»

Таблица 45. Параметры объекта «Прямоугольник»

| Параметр              | Назначение                         | Действие пользователя                             |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Имя</b>            | Текст подписи рамки                | Введите название участка или зоны                 |
| <b>Шрифт</b>          | Гарнитура подписи                  | Выберите шрифт из списка                          |
| <b>Размер</b>         | Размер символов подписи            | Выберите значение из списка                       |
| <b>Насыщенность</b>   | Толщина начертания подписи         | Выберите значение от 400 до 800                   |
| <b>Стиль</b>          | Обычное или курсивное начертание   | Выберите «Обычный» или «Курсив»                   |
| <b>Выравнивание</b>   | Выравнивание текста внутри подписи | Выберите выравнивание слева, по центру или справа |
| <b>Цвет текста</b>    | Цвет подписи                       | Укажите цвет с помощью элемента выбора цвета      |
| <b>Цвет рамки</b>     | Цвет границы области               | Укажите цвет с помощью элемента выбора цвета      |
| <b>Толщина рамки</b>  | Толщина линии границы              | Выберите значение от 1 до 8                       |
| <b>Стиль рамки</b>    | Тип линии границы                  | Выберите сплошную, штриховую или пунктирную линию |
| <b>Размер объекта</b> | Границы выделяемого участка        | Измените ширину и высоту маркерами выделения      |

Пример прямоугольника, охватывающего входной поток, показан на рисунке 66.

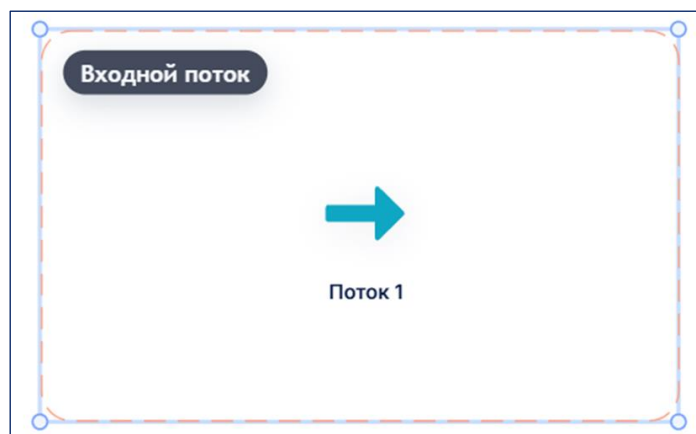


Рисунок 66. Объект «Прямоугольник» в рабочей области

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Прямоугольник визуально объединяет объекты, но не создает между ними расчетных связей и не изменяет состав технологической схемы.

### 3.8.7. КОНТЕКСТНОЕ МЕНЮ ОБЪЕКТА

Контекстное меню объединяет операции над выбранным объектом схемы. Чтобы открыть меню, наведите указатель на объект и нажмите правую кнопку мыши. Набор команд зависит от типа объекта: для материального и энергетического потока дополнительно доступна команда показа таблицы, а для оборудования эта команда не отображается.

Команда применяется к объекту, название и тип которого показаны в верхней части меню. Для закрытия меню без выполнения операции щелкните вне меню или нажмите клавишу Esc. Контекстное меню материального потока показано на рисунке 67. Контекстное меню оборудования показано на рисунке 68.

Вторичные команды сгруппированы в подменю. Подменю «Трансформация» для обычного объекта содержит команды «Повернуть влево», «Повернуть вправо», «Повернуть на 180°», «Отразить по горизонтали» и «Отразить по вертикали». Поворот изменяет ориентацию пиктограммы вокруг ее центра, а отражение зеркально меняет направление изображения по выбранной оси; положение объекта и его связи сохраняются. Для аннотаций доступны только повороты влево и вправо.

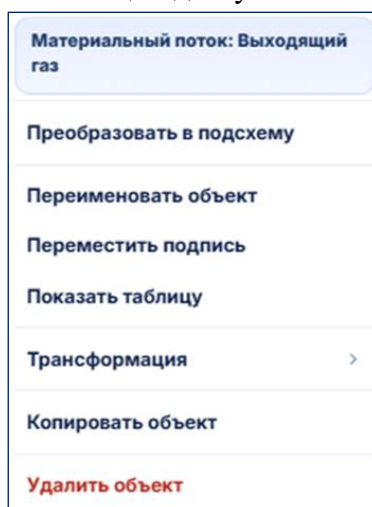


Рисунок 67. Контекстное меню материального потока

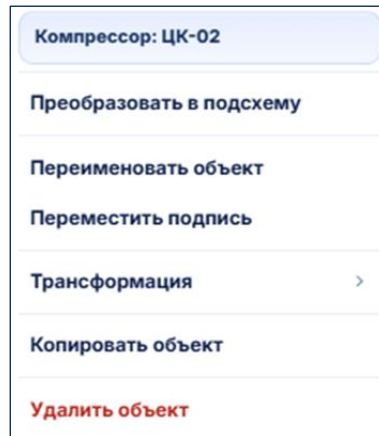


Рисунок 68. Контекстное меню оборудования

Основные функции контекстного меню приведены в таблице 46.

Таблица 46. Команды контекстного меню объекта схемы

| Команда                  | Назначение                                                        |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Преобразовать в подсхему | Объединяет выбранный объект и связанные с ним элементы в подсхему |
| Переименовать объект     | Изменяет отображаемое имя объекта                                 |
| Переместить подпись      | Включает отдельное перемещение подписи относительно пиктограммы   |
| Показать таблицу         | Размещает на схеме настраиваемую таблицу параметров потока        |
| Трансформация            | Изменяет ориентацию графического обозначения                      |
| Копировать объект        | Создает копию объекта                                             |
| Удалить объект           | Удаляет объект со схемы                                           |

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Команды контекстного меню изменяют представление или структуру схемы немедленно. После переименования, трансформации, копирования, преобразования в подсхему или удаления проверьте расположение объектов и корректность соединений до следующего запуска расчета.

### 3.8.8. УДАЛЕНИЕ ОБЪЕКТА СО СХЕМЫ

Команда «Удалить объект» удаляет выбранный объект или группу выбранных объектов со схемы только после отдельного подтверждения. Перед подтверждением БАЗИС показывает перечень объектов, которые будут удалены, поэтому пользователь может проверить состав операции и отменить ее.

Порядок удаления объекта:

1. Выберите один объект или несколько объектов схемы и откройте контекстное меню правой кнопкой мыши.
2. Выберите команду «Удалить объект».

3. В окне подтверждения проверьте список выбранных объектов. Если список не соответствует намерению, нажмите «Отмена» или закройте окно крестиком.
4. Для подтверждения нажмите красную кнопку «Удалить». После удаления проверьте оставшиеся соединения, сообщения схемы и расчетный граф. Подтверждение удаления объекта схемы показано на рисунке 69.

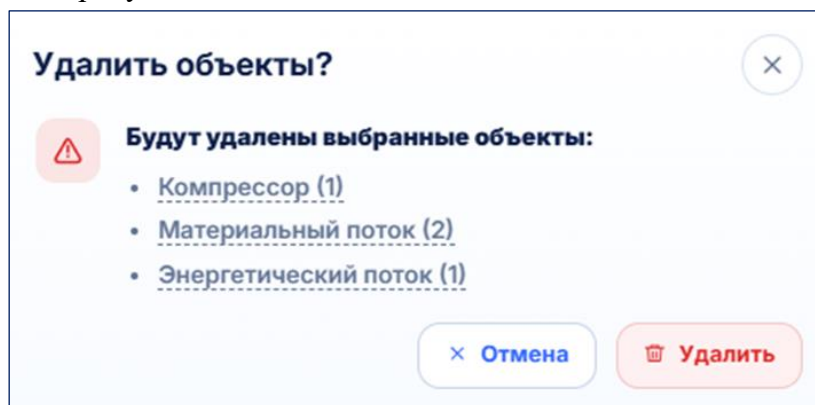


Рисунок 69. Подтверждение удаления объекта схемы

Основные элементы окна подтверждения удаления объекта приведены в таблице 47.

Таблица 47. Элементы окна подтверждения удаления объекта

| Раздел или элемент        | Назначение                                                    | Действия пользователя и результат                                                           |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Список выбранных объектов | Показывает объекты, которые будут удалены после подтверждения | Перед удалением сопоставьте тип, имя и количество объектов с текущим выбором на схеме       |
| Отмена                    | Закрывает окно без удаления                                   | Используйте, если выбран неверный объект или требуется предварительно проверить зависимости |
| Удалить                   | Подтверждает удаление перечисленных объектов                  | После выполнения проверьте схему, связи и сообщения перед следующим расчетом                |
| Крестик                   | Закрывает окно без подтверждения операции                     | Используется так же, как кнопка «Отмена»                                                    |

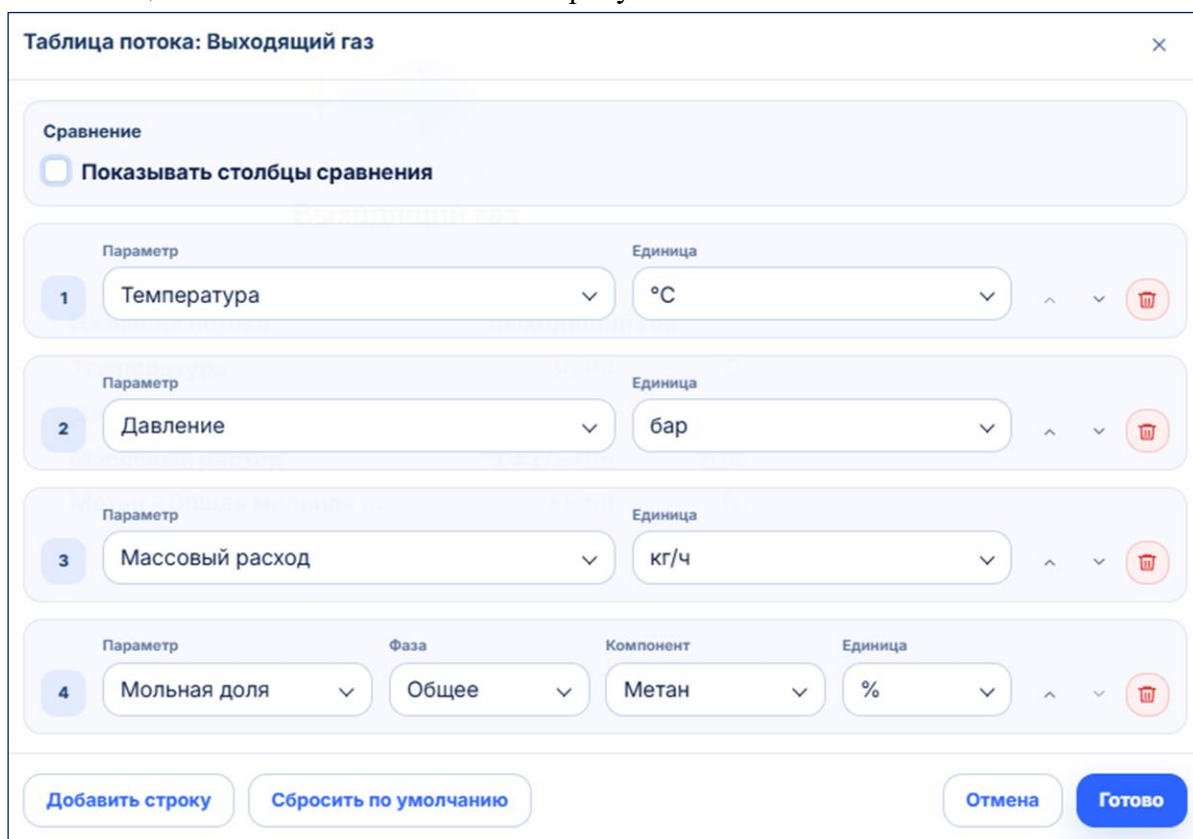
**ВНИМАНИЕ.** Удаление объекта может разорвать связи потоков и изменить расчетную последовательность. Всегда проверяйте перечень в окне подтверждения и состояние схемы после выполнения команды.

### 3.8.9. ТАБЛИЦЫ ПОТОКОВ И КАРТОЧКА МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА

Таблица потока предназначена для постоянного отображения выбранных параметров материального или энергетического потока непосредственно на схеме. Состав доступных строк зависит от типа потока. Таблица создается командой «Показать таблицу» контекстного меню и может быть перемещена по рабочей области за маркер в верхней части.

Порядок настройки таблицы потока:

1. Нажмите правой кнопкой мыши на материальном или энергетическом потоке и выберите «Показать таблицу».
2. В строке выберите параметр и единицу измерения. Для параметра состава дополнительно выберите фазу и компонент.
3. Добавьте требуемые строки кнопкой «Добавить строку». Для изменения порядка используйте стрелки вверх и вниз, для удаления – кнопку с пиктограммой корзины.
4. При необходимости верните исходный набор строк кнопкой «Сбросить по умолчанию».
5. Нажмите «Готово» для применения настройки. Кнопка «Отмена» закрывает окно без применения текущих изменений. Настройка состава строк таблицы потока показана на рисунке 70. Таблица потока на схеме показана на рисунке 71.



**Таблица потока: Выходящий газ**

Сравнение  
☐ Показывать столбцы сравнения

| Параметр          | Единица | Фазы  | Компоненты | Единица |
|-------------------|---------|-------|------------|---------|
| 1 Температура     | °C      |       |            |         |
| 2 Давление        | бар     |       |            |         |
| 3 Массовый расход | кг/ч    |       |            |         |
| 4 Мольная доля    |         | Общее | Метан      | %       |

Добавить строку Сбросить по умолчанию Отмена Готово

Рисунок 70. Настройка состава строк таблицы потока

| Название потока           | Выходящий газ |      |
|---------------------------|---------------|------|
| Температура               | 30.93         | °C   |
| Давление                  | 121.9         | бар  |
| Массовый расход           | 9.437E+05     | кг/ч |
| Метан - Общая мольная ... | 88.56         | %    |

Рисунок 71. Таблица потока на схеме

Единица измерения задается отдельно для каждой строки и изменяет только представление значения в таблице. Глобальный набор единиц проекта и сохраненные расчетные данные при этом не изменяются.

Режим сравнения предназначен для сопоставления расчета БАЗИС с введенными пользователем фактическими или контрольными значениями. Для включения установите флажок «Показывать столбцы сравнения». Пороговые значения можно взять из настроек проекта или задать в таблице: желтый порог обозначает предупреждающее отклонение, красный – критическое. Настройка режима сравнения таблицы потока показана на рисунке 72.

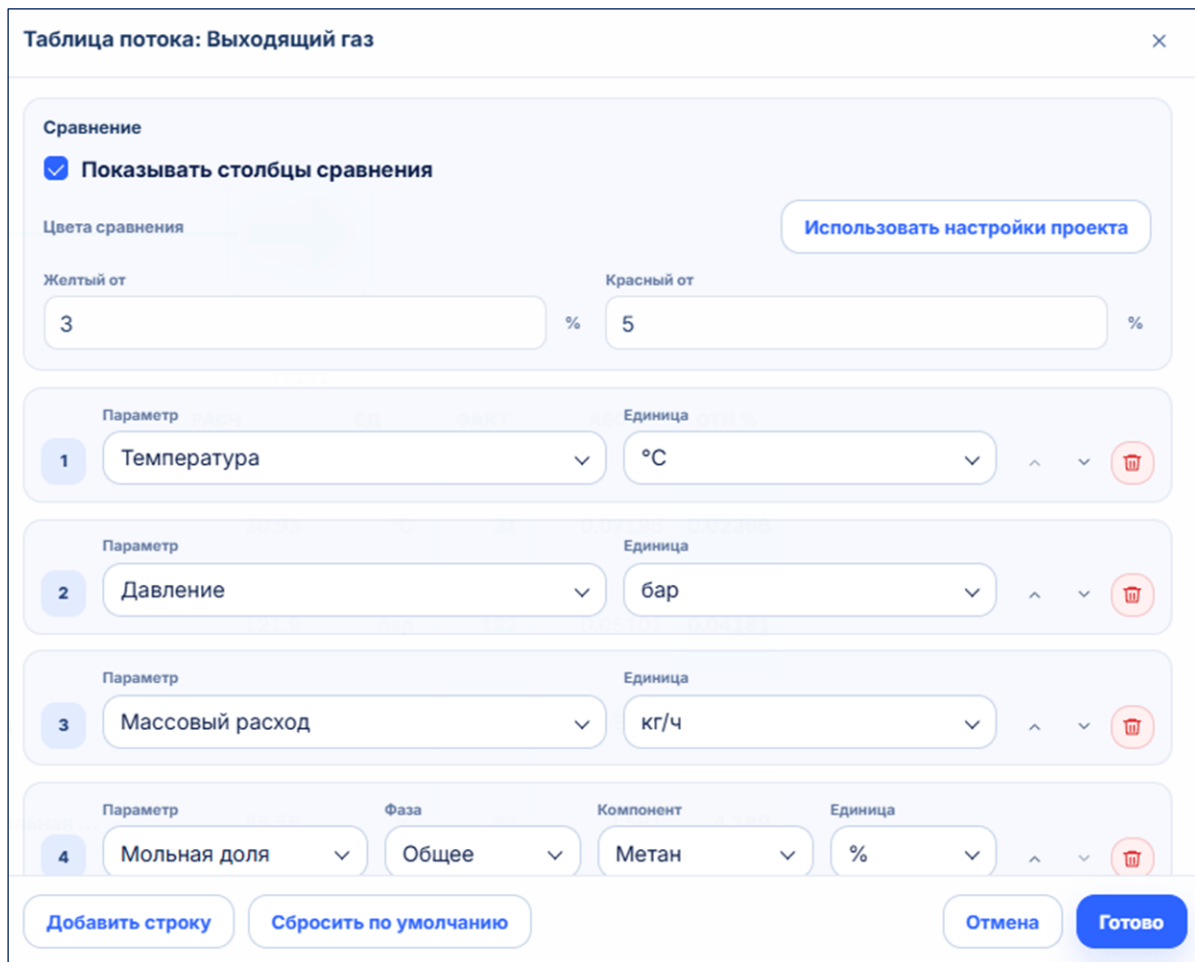


Рисунок 72. Настройка режима сравнения таблицы потока

Состав столбцов и цветовая индикация режима сравнения приведены в таблице 48. Таблица потока в режиме сравнения показана на рисунке 73.

Таблица 48. Столбцы и индикация режима сравнения

| Раздел или элемент | Назначение                           |
|--------------------|--------------------------------------|
| РАСЧ               | Расчетное значение БАЗИС             |
| ЕД                 | Единица измерения строки             |
| ФАКТ               | Фактическое или контрольное значение |
| АБС                | Абсолютное отклонение                |
| ОТН %              | Относительное отклонение             |
| Цвет ячейки        | Быстрая оценка отклонения            |



| ПАРАМ                     | РАСЧ          | ЕД   | ФАКТ  | АБС       | ОТН %   |
|---------------------------|---------------|------|-------|-----------|---------|
| Название потока           | Выходящий газ |      |       |           |         |
| Температура               | 30.93         | °C   | 31    | 0.07196   | 0.02366 |
| Давление                  | 121.9         | бар  | 122   | 0.05101   | 0.04181 |
| Массовый расход           | 9.437E+05     | кг/ч | 89444 | 4.925E+04 | 5.506   |
| Метан - Общая мольная ... | 88.56         | %    | 85    | 3.561     | 4.189   |

Рисунок 73. Таблица потока в режиме сравнения

Для быстрой проверки материального потока без закрепления таблицы наведите указатель на его линию или стрелку. В карточке отображаются температура, давление и массовый расход в единицах текущего проекта. Карточка закрывается после перемещения указателя за пределы потока и не изменяет схему. Карточка параметров материального потока при наведении показана на рисунке 74.

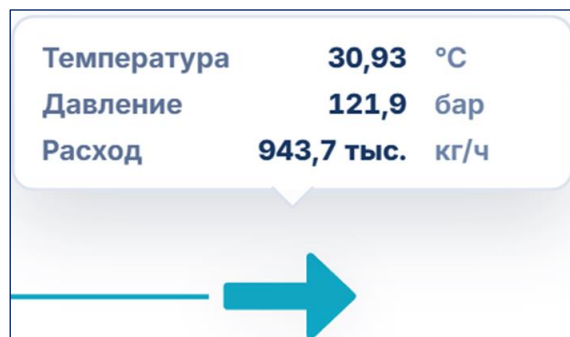


Рисунок 74. Карточка параметров материального потока при наведении

Если поток не рассчитан или для параметра нет достаточных исходных данных, значение в таблице или карточке может не отображаться. После изменения модели выполните расчет повторно и проверьте обновленные значения.

### 3.8.10. ПАНЕЛЬ «СООБЩЕНИЯ»

Панель «Сообщения» предназначена для пользовательских ошибок, предупреждений и информационных уведомлений, требующих внимания при подготовке и расчете схемы. Общий вид приведен на рисунке 75.

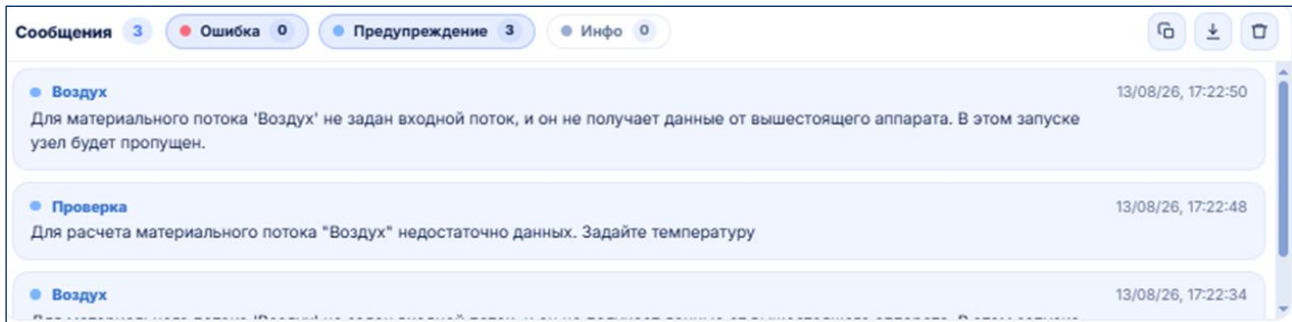
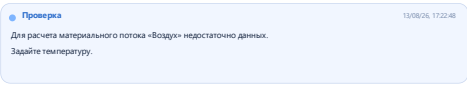


Рисунок 75. Панель «Сообщения»

Элементы панели «Сообщения» приведены в таблице 49.

Таблица 49. Элементы панели «Сообщения»

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                          | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Фильтры уровня</b>                 | Кнопки «Ошибка», «Предупреждение» и «Инфо» включают или исключают соответствующие уровни из списка. Число внутри фильтра показывает количество сообщений данного уровня; счетчик рядом с заголовком – общее количество сообщений                         |
|  | <b>Строка сообщения</b>               | Содержит уровень, источник, текст и время. Повторяющиеся сообщения объединяются и получают счетчик повторов. Выбранная или связанная с объектом строка подсвечивается и автоматически становится видимой даже при ранее отключенном уровне               |
|  | <b>Копирование, экспорт и очистка</b> | «Скопировать сообщения» помещает в буфер только записи, видимые с учетом фильтров. «Экспортировать сообщения» сохраняет их в файл messages.log. «Очистить сообщения» удаляет текущий список с экрана; модель и результаты расчета при этом не изменяются |

### 3.8.11. ПАНЕЛЬ «ХОД РАСЧЕТА»

Панель «Ход расчета» показывает последовательность обработки объектов текущего запуска и состояние каждого шага, включая использование результатов из кэша. Общий вид приведен на рисунке 76.

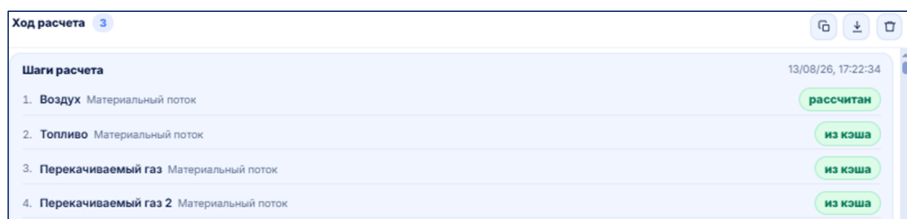
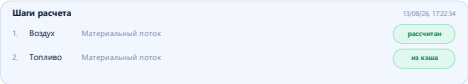


Рисунок 76. Панель «Ход расчета»

Элементы панели «Ход расчета» приведены в таблице 50.

Таблица 50. Элементы панели «Ход расчета»

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                          | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Шаги расчета</b>                   | Указываются номер, имя и тип объекта, а также статус. «Рассчитан» – результат получен в текущем запуске; «из кэша» – использован допустимый ранее рассчитанный результат. Иные статусы отражают ожидание, выполнение, предупреждение, пропуск или ошибку |
|  | <b>Копирование, экспорт и очистка</b> | Кнопки копируют трассировку, сохраняют ее в calculation-progress.log либо очищают экранную историю. Проект и результаты объектов не удаляются                                                                                                            |

### 3.8.12. ДЕРЕВО ОБЪЕКТОВ

Дерево объектов служит навигационным представлением технологической схемы. Оно показывает объекты текущего уровня и подсхем, группирует их по назначению и позволяет перейти к объекту без ручного поиска на канвасе. Панель открывается и скрывается кнопкой «Дерево объектов» на панели управления моделированием. Общий вид панели приведен на рисунке 77.

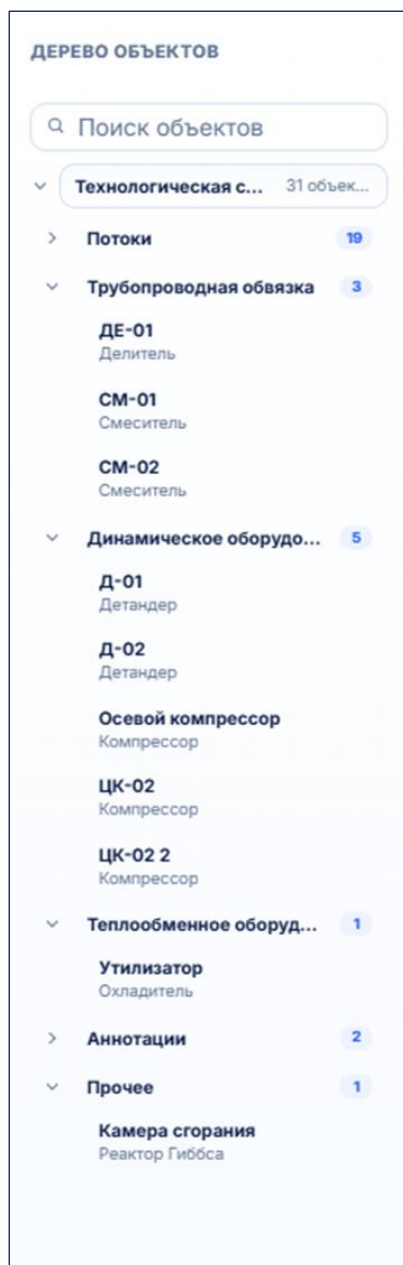
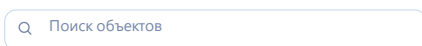
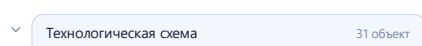


Рисунок 77. Дерево объектов технологической схемы

Для перехода к объекту или открытия его редактора выполните следующие действия:

1. При необходимости введите часть названия объекта или его типа в поле «Поиск объектов». Дерево оставит только совпадающие элементы и пересчитает количество объектов в отображаемых группах.
2. Разверните требуемую группу и один раз нажмите объект. БАЗИС выделит объект, откроет вкладку «Схема» и переместит область просмотра так, чтобы выбранный объект оказался в центре рабочей области.
3. Дважды нажмите объект, чтобы выполнить тот же переход и сразу открыть редактор объекта. Для элемента «Подсхема» двойное нажатие выполняет переход внутрь подсхемы; нажатие корневой строки «Технологическая схема» возвращает к корневому уровню. Элементы дерева объектов приведены в таблице 51.

Таблица 51. Элементы дерева объектов

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                 | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Дерево объектов</b>       | Открывает или скрывает левую панель дерева. Активное состояние кнопки означает, что панель отображается                                                              |
|    | <b>Поиск объектов</b>        | Фильтрует элементы по названию объекта и наименованию его типа. Очистка поля возвращает полный список текущего уровня                                                |
|    | <b>Технологическая схема</b> | Корневая строка дерева. Показывает число найденных объектов и возвращает из подсхемы на корневой уровень. Стрелка рядом сворачивает или разворачивает все содержимое |
|   | <b>Группа объектов</b>       | Объединяет объекты одной категории и показывает их количество. Группы без объектов не выводятся; стрелка рядом управляет раскрытием группы                           |
|  | <b>Объект дерева</b>         | Показывает название и тип объекта. Одинарное нажатие выделяет и центрирует объект на схеме; двойное нажатие дополнительно открывает редактор                         |

### 3.8.13. ГРАФ РАСЧЕТА И ПАНЕЛЬ РАСЧЕТА

Панель расчета и вкладка «Граф расчета» являются связанными представлениями одного запуска. Панель расчета дает оперативную сводку о состоянии, длительности, текущем или последнем шаге и сходимости рециклов. Граф показывает расчетный план в виде направленной последовательности зависимостей и обновляет состояния карточек по мере выполнения тех же шагов.

Панель расчета размещается слева от канваса и включается отдельной кнопкой панели управления моделированием. Панель расчета рядом с технологической схемой показана на рисунке 78.

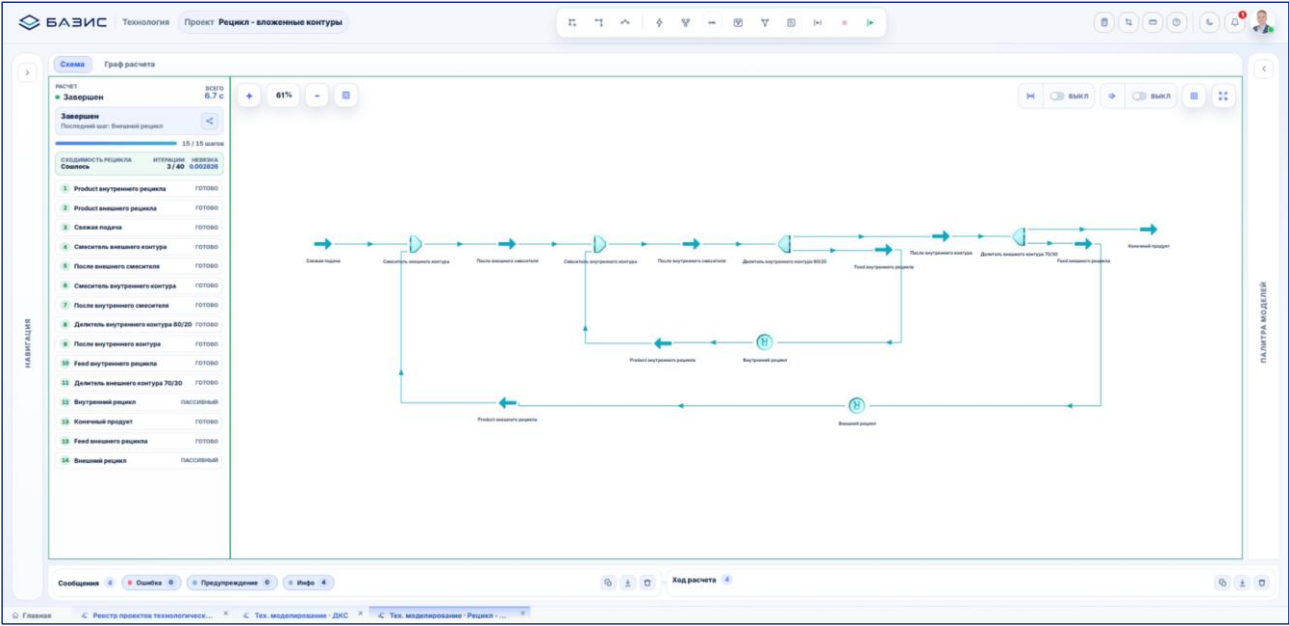
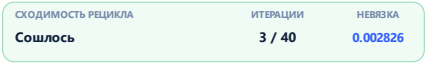


Рисунок 78. Панель расчета рядом с технологической схемой

Элементы панели расчета приведены в таблице 52.

Таблица 52. Элементы панели расчета

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                     | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Показать / скрыть панель расчета | Переключает отображение компактной панели слева от схемы. Выбранное состояние сохраняется между открытиями рабочей области                                                                                       |
| <div>РАСЧЕТ<br/>● Завершен<br/>ВСЕГО<br/>6.7 с</div>                                | Расчет / Всего                   | Показывает общее состояние запуска и время от команды запуска до отображения результата. Возможные итоговые состояния включают завершение, завершение с предупреждениями, ошибку, остановку и отклонение расчета |
| <div>Завершен<br/>Последний шаг: Внешний рецикл</div>                               | Текущий или последний шаг        | Во время выполнения показывает рассчитываемый объект и операцию, после завершения – последний шаг. Кнопка с графом открывает связанную вкладку «Граф расчета»                                                    |
| <div>15 / 15 шагов</div>                                                            | Индикатор шагов                  | Показывает долю выполненных шагов и отношение «выполнено / всего». Число шагов соответствует расчетному плану текущего запуска                                                                                   |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование              | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Сходимость рецикла</b> | Выводится при наличии рециклов. Показывает результат сходимости, число выполненных и максимально допустимых итераций, а также текущую нормированную невязку                             |
|  | <b>Строка шага</b>        | Показывает порядковый номер, название объекта и состояние шага: «Сейчас», «Готово», «Кэш», «Пассивный», «Ожидает», «Пропущен», «Частично», «С предупреждением», «Отклонен» или «Ошибка» |

Граф расчета открывается кнопкой «Открыть граф» на панели управления моделированием либо кнопкой в строке текущего шага панели расчета. Граф не является второй копией технологической схемы: положение карточек определяется порядком выполнения и зависимостями между расчетными шагами. Общий вид приведен на рисунке 79.

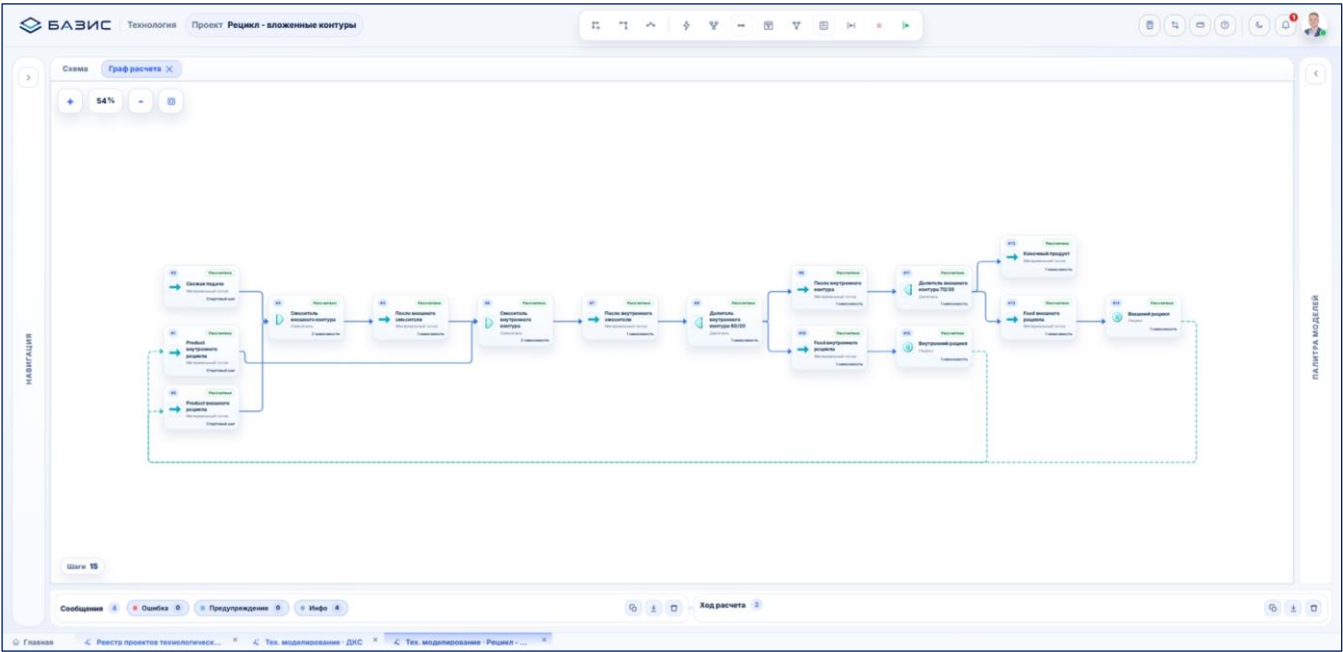


Рисунок 79. Граф расчета технологической схемы

Для анализа расчетного плана используйте следующие действия:

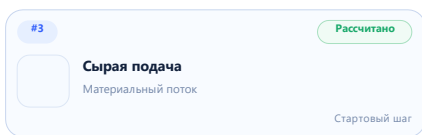
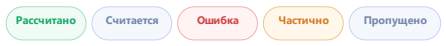
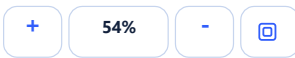
1. Откройте вкладку «Граф расчета» до запуска для просмотра подготовленного плана либо во время расчета для наблюдения за изменением состояний шагов.
2. Проследите направление сплошных синих стрелок: каждая стрелка ведет от шага, результат которого требуется, к зависимому расчетному шагу. Пунктирные бирюзовые линии показывают возвратные связи рециклов.
3. Проверьте номер шага и статус на карточке. Метки «Цикл» и «Кандидат для рецикла» указывают диагностированную циклическую зависимость и рекомендуемую границу разрыва рецикла.



- Один раз нажмите карточку, чтобы выделить соответствующий объект. Дважды нажмите карточку, чтобы открыть редактор объекта непосредственно из графа.
- Используйте кнопки увеличения, уменьшения, поле масштаба и команду «Показать целиком» для навигации по крупному графу. Панорамирование выполняется перетаскиванием свободной области.

Элементы графа расчета приведены в таблице 53.

Таблица 53. Элементы графа расчета

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                    | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Открыть граф расчета</b>     | Открывает вкладку «Граф расчета». Та же вкладка открывается кнопкой графа в панели расчета                                                                                        |
|    | <b>Карточка расчетного шага</b> | Показывает номер шага, состояние, пиктограмму объекта, название, тип и количество зависимостей. Одинарное нажатие выбирает объект; двойное открывает его редактор                 |
|  | <b>Связи графа</b>              | Сплошная синяя стрелка показывает зависимость между расчетными шагами. Пунктирная бирюзовая стрелка показывает возвратную связь рецикла                                           |
|  | <b>Состояния карточки</b>       | Отражают прогресс текущего запуска: «Рассчитано», «Считается», «Ошибка», «Частично» и «Пропущено». До получения шага может использоваться локальное состояние объекта             |
|  | <b>Управление масштабом</b>     | Увеличивает или уменьшает граф, позволяет задать масштаб в процентах и показать граф целиком в доступной области                                                                  |
|  | <b>Шаги</b>                     | Показывает общее число объектов, включенных в расчетный план текущего графа                                                                                                       |
|  | <b>Вне текущего плана</b>       | Отдельная область для объектов, которые присутствуют на схеме, но не входят в текущий расчетный путь. При недоступном плане может отображаться локальный предварительный просмотр |

### 3.8.14. АНИМАЦИЯ ПОТОКОВ И ДИАПАЗОННАЯ ОКРАСКА

Анимация потоков и диапазонная окраска являются вспомогательными функциями визуального анализа технологической схемы. Они изменяют только представление линий и объектов: исходные данные, расчетный граф, значения параметров и состояния расчета при их включении не изменяются.

Анимация потоков показывает направление связей повторяющимися движущимися маркерами. Скорость, интенсивность и шаг настраивают только визуальное восприятие линий и не должны интерпретироваться как расчетные скорость среды, расход или иной физический параметр. Настройка анимации потоков показана на рисунке 80.

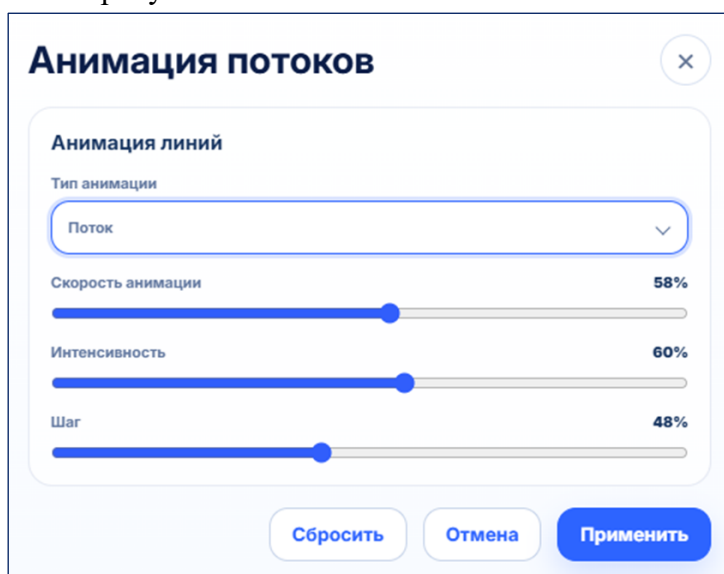


Рисунок 80. Настройка анимации потоков

Для настройки анимации потоков выполните следующие действия:

1. В правой верхней части канваса нажмите кнопку настройки анимации рядом с ее переключателем.
2. В поле «Тип анимации» выберите требуемый вариант. Для визуализации направления движения по линиям выберите «Поток».
3. Ползунками задайте скорость анимации, интенсивность и шаг. Подбирайте значения с учетом масштаба и плотности объектов на схеме.
4. Нажмите «Применить» и установите переключатель функции в положение «Вкл». Для временного скрытия эффекта переведите переключатель в положение «Выкл».

Диапазонная окраска сопоставляет рассчитанные значения выбранного параметра с пользовательскими цветовыми зонами. Функция предназначена для быстрого поиска участков схемы с низкими, средними или высокими значениями; смысл каждой зоны определяется ее настройками и легендой, а не фиксированной аварийной классификацией БАЗИС. Настройка диапазонной окраски показана на рисунке 81.

Диапазонная окраска

Окраска по диапазонам

Параметр

Температура

НАЗВАНИЕ

Температура

ЕДИНИЦА

°C

НАЙДЕНО В УЗЛАХ

15

МИНИМУМ

17 °C

МАКСИМУМ

2 039,711 °C

Подобрать диапазоны

Диапазонная окраска

1

Низкий

Цвет

#22c55e

От

нет

До

691

<= 691 °C

2

Средний

Цвет

#f59e0b

От

691

До

1365

691 - 1365 °C

3

Высокий

Цвет

#ef4444

От

1365

До

нет

>= 1365 °C

Добавить зону

Сбросить

Отмена

Применить

Рисунок 81. Настройка диапазонной окраски

Для настройки диапазонной окраски выполните следующие действия:

1. Выполните расчет схемы, затем в правой верхней части канваса нажмите кнопку настройки диапазонной окраски рядом с ее переключателем.
2. Выберите параметр и локальную единицу отображения. Проверьте число найденных узлов, минимальное и максимальное значения; эти сведения относятся к доступным результатам текущей схемы.
3. Нажмите «Подобрать диапазоны» для автоматического формирования начальных зон либо задайте зоны вручную. Для каждой зоны укажите название, цвет и границы «От» и «До».
4. При необходимости нажмите «Добавить зону» или удалите лишнюю зону. Проверьте отображаемые условия диапазонов и исключите неоднозначные пересечения.
5. Нажмите «Применить» и включите функцию. Используйте появившуюся на схеме легенду для интерпретации цветов; объекты без доступного значения выбранного параметра не следует относить к какой-либо зоне.

Назначение элементов окон настройки приведено в таблице 54.

Таблица 54. Параметры анимации потоков и диапазонной окраски

| Функция          | Элемент настройки | Назначение и действия пользователя                                                                                            |
|------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Анимация потоков | Тип анимации      | Выбирает способ визуализации линий. Значение «Поток» показывает направление движения по линиям схемы повторяющимися маркерами |
| Анимация потоков | Скорость анимации | Задаёт скорость перемещения визуальных маркеров. Параметр влияет только на                                                    |

| Функция             | Элемент настройки                     | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                            |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                       | отображение и не характеризует расчетный расход или скорость среды                                                                                                            |
| Анимация потоков    | Интенсивность                         | Изменяет визуальную выраженность анимированных участков линии. Расчетные значения потока при этом не изменяются                                                               |
| Анимация потоков    | Шаг                                   | Задаёт интервал между повторяющимися элементами анимации и позволяет подобрать читаемое отображение для текущего масштаба схемы                                               |
| Диапазонная окраска | Параметр                              | Выбирает расчетный параметр, по которому объекты и потоки распределяются по цветовым зонам, например температуру                                                              |
| Диапазонная окраска | Единица                               | Выбирает локальную единицу представления параметра в настройках и легенде. Выбор не изменяет глобальный набор единиц проекта и исходные результаты расчета                    |
| Диапазонная окраска | Найдено в узлах;<br>минимум; максимум | Показывает число объектов с доступным значением выбранного параметра и фактические границы найденных результатов. Объекты без значения не включаются в распределение по зонам |
| Диапазонная окраска | Подобрать диапазоны                   | Формирует начальные зоны по найденному диапазону значений. Предложенные границы можно скорректировать до применения                                                           |
| Диапазонная окраска | Название зоны и цвет                  | Задаёт подпись зоны в легенде и ее цвет. Цвет можно выбрать контролем либо указать точным шестнадцатеричным кодом                                                             |
| Диапазонная окраска | От / До                               | Задаёт нижнюю и верхнюю границы зоны. Для крайней зоны одна из границ может отсутствовать; фактическое условие отображается справа от полей                                   |
| Диапазонная окраска | Добавить зону; удалить                | Добавляет новый диапазон или удаляет выбранную зону. Перед применением следует исключить разрывы и неоднозначное перекрытие диапазонов                                        |
| Обе функции         | Переключатель «Вкл / Выкл»            | Включает или скрывает соответствующий визуальный эффект на схеме. Настройки                                                                                                   |

| Функция     | Элемент настройки | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                  |
|-------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                   | открываются кнопкой с пиктограммой функции рядом с переключателем                                                                                                   |
| Обе функции | Применить         | Применяет параметры текущего окна к представлению схемы. При включенной диапазонной окраске на схеме появляется легенда с названием параметра и настроенными зонами |
| Обе функции | Сбросить          | Возвращает параметры окна к исходным значениям. После сброса проверьте настройки перед повторным применением                                                        |
| Обе функции | Отмена; закрыть   | Закрывает окно без применения выполненных изменений. Кнопка закрытия в заголовке выполняет то же пользовательское действие                                          |

Функции можно использовать одновременно. На рисунке 82 направление показано повторяющимися маркерами на линиях, а цвет линии определяется температурной зоной. Легенда справа содержит название параметра, подписи зон и их границы.

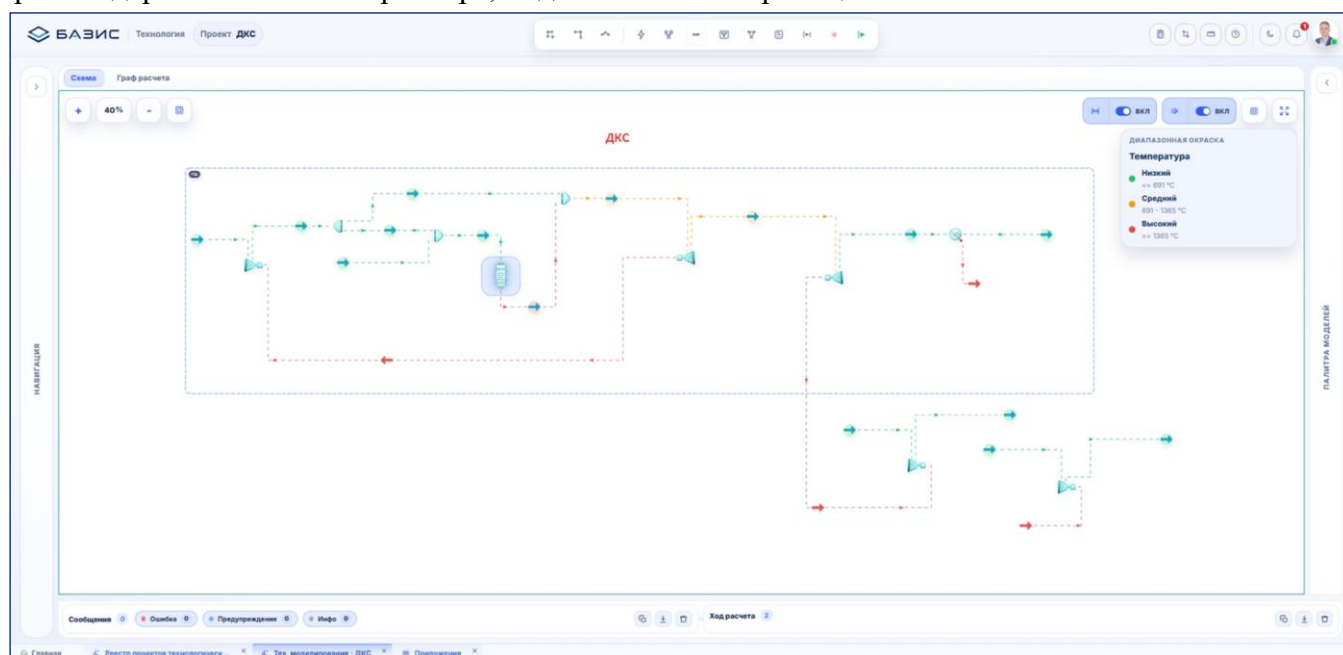


Рисунок 82. Схема с включенными анимацией потоков и диапазонной окраской

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Цвет зоны не является самостоятельным признаком ошибки, предупреждения или безопасного режима. Оценивайте результат по настроенным границам, единице измерения и легенде, а сообщения расчета проверяйте отдельно в панели «Сообщения».

### 3.8.15. ПОРТЫ ОБЪЕКТОВ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

Порты определяют допустимые точки подключения объектов на технологической схеме. Каждый порт имеет тип и направление. Тип задает передаваемую сущность, а направление определяет,

получает объект данные через порт или передает их. Соединение формирует расчетную зависимость только при совместимости обоих портов.

Направление порта показано анимированной стрелкой: у входного порта стрелка направлена к объекту, у выходного – от объекта. Цвет ромбовидного маркера соответствует типу порта. Эта индикация помогает выбрать правильную пару до начала соединения. Типы и направления портов объекта показаны на рисунке 83.



Рисунок 83. Типы и направления портов объекта

Основная информация по типам портов приведена в таблице 55.

Таблица 55. Типы портов объектов технологической схемы

| Раздел или элемент  | Назначение                                                                                                                    | Действия пользователя и результат                                                                                                                                              |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Материальный порт   | Отображается бирюзово-синим маркером и предназначен для материального потока: расхода, состава и термодинамического состояния | Соединяйте только с материальным портом противоположного направления. Между совместимыми портами оборудования платформа при поддерживаемом сценарии создает материальный поток |
| Энергетический порт | Отображается красным маркером и предназначен для передачи тепловой нагрузки или механической мощности                         | Соединяйте только с энергетическим портом противоположного направления через энергетический поток                                                                              |
| Логический порт     | Отображается зеленым маркером и предназначен для задания или передачи расчетной зависимости                                   | Соединяйте только с совместимым логическим портом противоположного направления. Дополнительно учитываются назначение задания и поддерживаемый параметр объекта                 |
| Входной порт        | Получает поток, энергию или логическое воздействие. Анимированная стрелка направлена к символу объекта                        | Используйте как конечную точку соединения                                                                                                                                      |

| Раздел или элемент | Назначение                                                                                                 | Действия пользователя и результат          |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Выходной порт      | Передает поток, энергию или логическое воздействие.<br>Анимированная стрелка направлена от символа объекта | Используйте как начальную точку соединения |

Способы задания потоков:

1. Создание из открытого порта. Нажмите свободный материальный или энергетический порт объекта, перетащите указатель в свободную область схемы и отпустите кнопку мыши. Платформа создаст поток совместимого типа и соединит его с исходным портом.
2. Прямое соединение портов. Перетащите соединение от выходного порта одного объекта к совместимому свободному входному порту другого объекта. Если соединяются два объекта оборудования, платформа автоматически вставит между ними поток соответствующего типа.
3. Выбор существующего потока. Откройте карточку объекта, перейдите на вкладку «Общие» и в поле требуемой входной или выходной связи выберите из выпадающего списка совместимый незанятый поток.
4. Создание потока по имени. На вкладке «Общие» введите в то же поле уникальное название нового потока и нажмите Enter. Платформа создаст материальный или энергетический поток требуемого типа и сразу подключит его к выбранному порту. Для логических портов этот способ не применяется.

Во всех случаях направление соединения определяется портами: расчетная связь формируется от выходного порта к входному. Анимированные стрелки у видимых портов помогают определить направление до начала соединения.

Порядок соединения объектов:

1. Отобразите порты на схеме. Если постоянное отображение отключено, удерживайте клавишу Alt для временного предпросмотра портов.
2. Определите тип и направление портов по цвету маркера и анимированной стрелке.
3. Нажмите выходной порт исходного объекта и протяните соединение к совместимому входному порту целевого объекта. Платформа также нормализует начало жеста, если пользователь начал его с совместимого входного порта, однако расчетная связь всегда сохраняется в направлении от выхода ко входу.
4. Отпустите указатель на целевом порте. Если типы, направления и назначения совместимы, соединение будет создано; в противном случае платформа не установит связь.
5. Проверьте направление стрелок, отсутствие предупреждений и соответствие линии технологической логике схемы. Порты и направления соединительных линий показаны на рисунке 84.



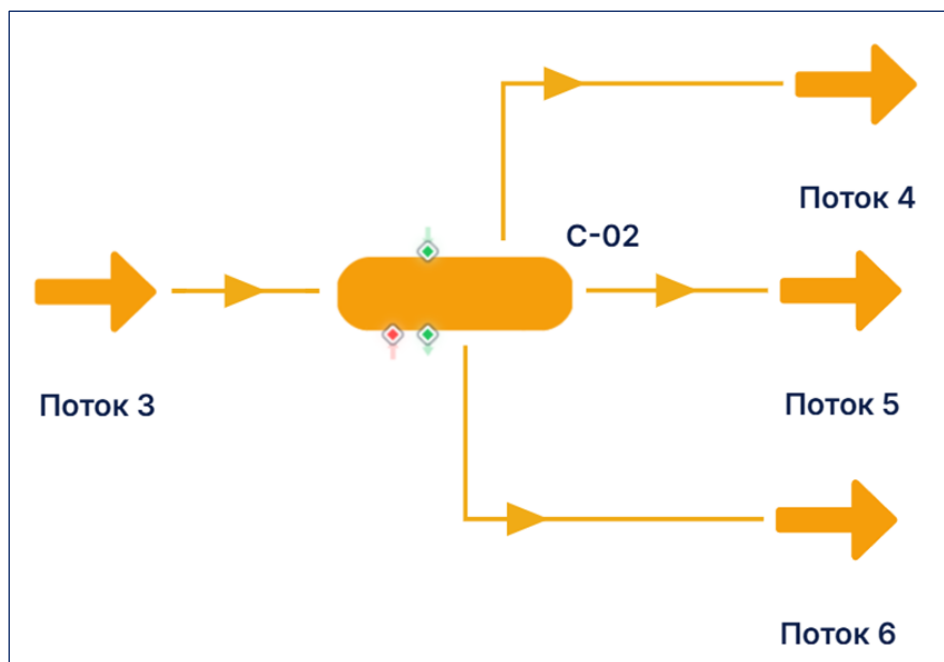


Рисунок 84. Порты и направления соединительных линий

Допустимые и недопустимые сочетания портов и результат каждой операции приведены в таблице 56.

Таблица 56. Правила допустимости соединений портов

| Раздел или элемент               | Назначение                                                                | Действия пользователя и результат                                                                           |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Выход – вход                     | Допустимое направление расчетной связи                                    | Соединение создается при совпадении типов и совместимости назначений портов                                 |
| Вход – вход                      | Недопустимое соединение двух принимающих портов                           | Платформа не создает связь                                                                                  |
| Выход – выход                    | Недопустимое соединение двух передающих портов                            | Платформа не создает связь                                                                                  |
| Разные типы портов               | Например, материальный порт и энергетический порт                         | Платформа не создает связь; выберите порты одного типа                                                      |
| Соединение объекта с самим собой | Попытка связать два порта одного и того же экземпляра объекта             | Платформа не создает самосвязь                                                                              |
| Уже занятый порт                 | Порт уже участвует в соединении и не поддерживает повторное использование | Выберите свободный порт. Исключения возможны только для специально предусмотренных многократных подключений |

| Раздел или элемент       | Назначение                                                                     | Действия пользователя и результат                                                                   |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Два объекта оборудования | Совместимые материальные или энергетические порты разных объектов оборудования | Для поддерживаемой пары платформа может автоматически создать соответствующий поток между объектами |

Для управления видимостью портов используйте переключатель панели схемы. Команда «Скрыть порты (удерживайте Alt для предпросмотра)» убирает маркеры портов с рабочей области, не удаляя существующие связи. После скрытия удержание Alt временно показывает порты; после отпущения клавиши они снова скрываются. Команда «Показать порты (удерживайте Alt для предпросмотра)» возвращает постоянное отображение.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Временный предпросмотр по Alt доступен, когда порты скрыты. Он удобен для подключения нового объекта без постоянного отображения всех маркеров на насыщенной схеме.

Соединительные линии строятся автоматически ортогональными участками с прямыми углами. Маршрутизатор учитывает стороны портов и границы символов объектов, поэтому начальный маршрут формируется без прохождения через объект. После перемещения оборудования маршрут пересчитывается с сохранением расчетной связи. Ручная корректировка маршрута соединительной линии показана на рисунке 85.

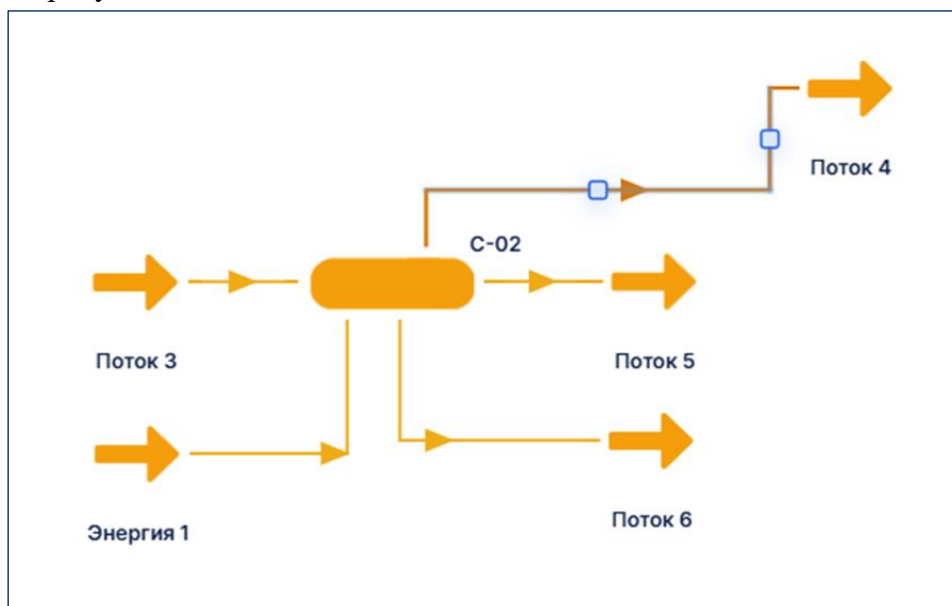


Рисунок 85. Ручная корректировка маршрута соединительной линии

Способы выбора и ручной корректировки маршрута соединительной линии приведены в таблице 57.

Таблица 57. Управление маршрутом соединительной линии

| Раздел или элемент | Назначение                                            | Действия пользователя и результат                 |
|--------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Выбор линии        | Выделяет соединительную линию и показывает квадратные | Нажмите линию, маршрут которой требуется уточнить |

| Раздел или элемент        | Назначение                                                                                        | Действия пользователя и результат                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | маркеры управления ее участками                                                                   |                                                                                                 |
| Квадратный маркер участка | Позволяет смещать выбранный горизонтальный или вертикальный участок без изменения типа соединения | Перетащите маркер в свободную область; линия сохранит ортогональную форму                       |
| Автоматический маршрут    | Формируется по сторонам портов и огибает границы объектов                                         | Используйте как исходный маршрут, затем корректируйте только участки, затрудняющие чтение схемы |
| Перемещение объекта       | Изменяет положение конечной точки и вызывает обновление маршрута                                  | После перемещения проверьте, что линия не перекрывает подписи и другие важные элементы          |

При пересечении независимых соединительных линий платформа автоматически отображает на одной из них дугообразную перемычку. Перемычка является только визуальным обозначением пересечения: она не создает узел, не объединяет потоки и не изменяет последовательность расчета. Перемычки в местах пересечения соединительных линий показаны на рисунке 86.

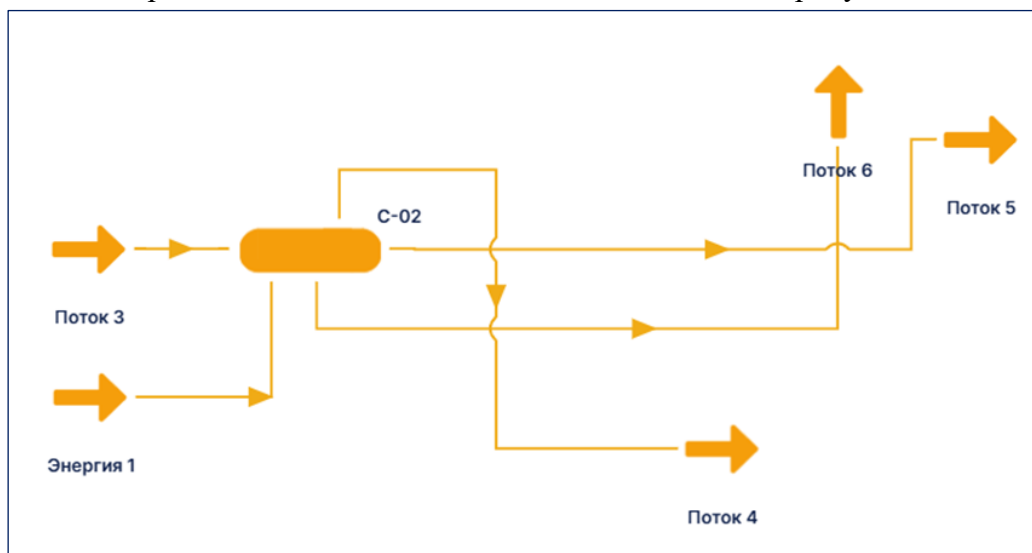


Рисунок 86. Перемычки в местах пересечения соединительных линий

Отличия визуального пересечения от расчетного соединения через порт приведены в таблице 58.

Таблица 58. Интерпретация пересечений соединительных линий

| Раздел или элемент       | Назначение                                                         | Действия пользователя и результат                                                                 |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пересечение с перемычкой | Линии проходят визуально одна над другой и остаются независимыми   | Не интерпретируйте пересечение как подключение потоков                                            |
| Соединение через порт    | Линия заканчивается на совместимом порте объекта или потока        | Только такое завершение формирует расчетную связь                                                 |
| Несколько пересечений    | Для каждого читаемого пересечения отображается отдельная перемычка | При большом числе пересечений скорректируйте маршруты вручную, чтобы схема оставалась однозначной |

**РЕКОМЕНДАЦИЯ.** Размещайте объекты по ходу технологического процесса, оставляйте свободные коридоры для линий и сводите число пересечений к минимуму. Перемычки устраняют неоднозначность пересечения, но не заменяют аккуратную компоновку схемы.

### 3.8.16. ВЕРСИИ И ВЕТКИ МОДЕЛИ

Версионирование позволяет сохранять последовательные состояния технологической схемы, возвращаться к ранее зафиксированному варианту и сравнивать изменения. Версия содержит снимок узлов и связей схемы, автора, дату создания, автоматически формируемый номер, название и необязательное описание изменений.

Чтобы сохранить текущее состояние, используйте команду сохранения версии на верхней панели моделирования. Окно сохранения версии показано на рисунке 87.

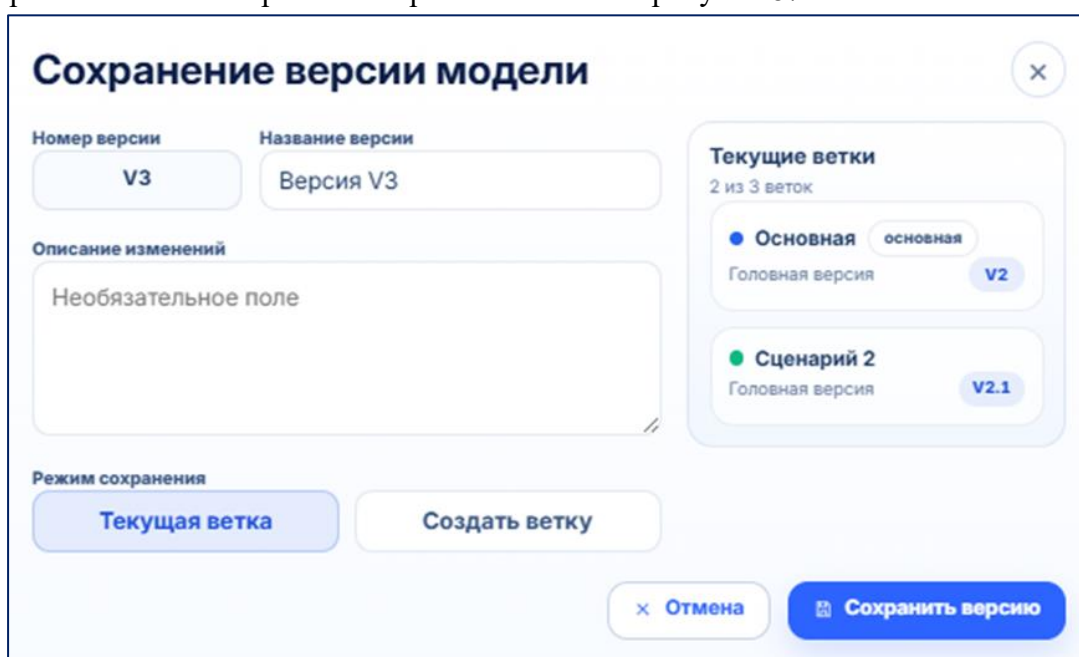


Рисунок 87. Окно сохранения версии модели

Для сохранения версии выполните следующие действия:

1. Откройте окно «Сохранение версии модели». Номер следующей версии определяется автоматически.
2. Проверьте или измените название версии. При необходимости добавьте краткое описание выполненных изменений.
3. Выберите режим «Текущая ветка», чтобы продолжить выбранную последовательность версий, либо «Создать ветку», чтобы начать отдельный сценарий от текущей версии.
4. При создании ветки укажите понятное название сценария. Справа проверьте перечень существующих веток и их головные версии.
5. Нажмите «Сохранить версию». После сохранения новая версия становится активной и появляется на графе версий.

Основная ветка формирует последовательность V1, V2 и далее. Первая версия новой ветки получает составной номер от исходной версии, например V2.1. Цвет и название ветки позволяют отличить сценарии. Нажатие узла на графе выполняет переход к соответствующей сохраненной версии и показывает ее схему, как на рисунке 88.

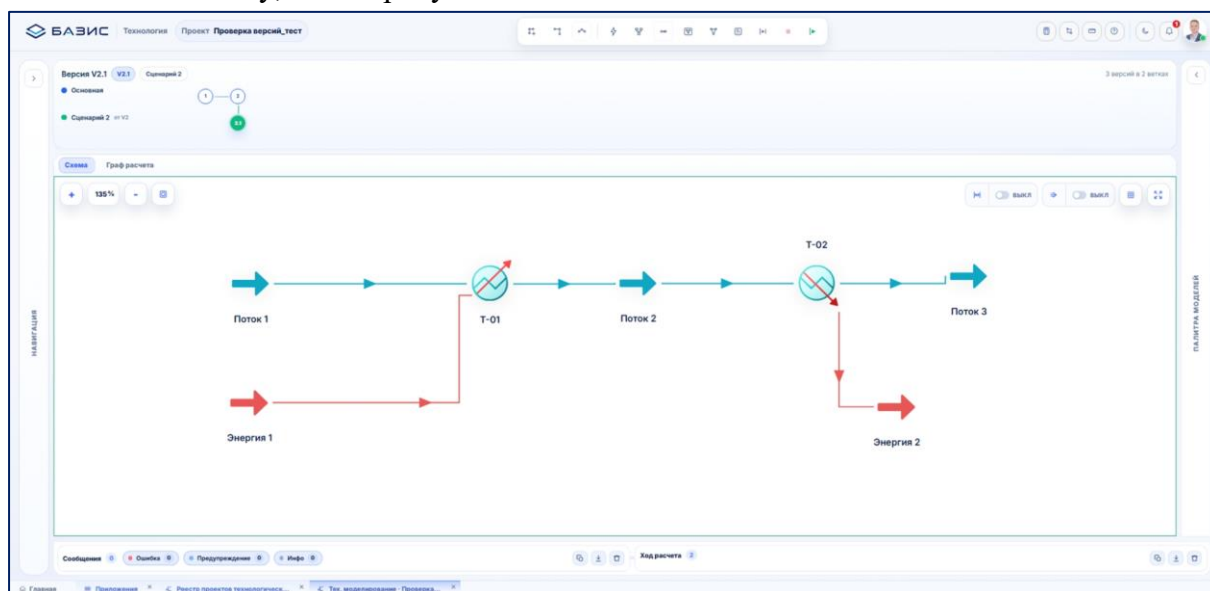


Рисунок 88. Граф версий и схема выбранной ветки

Окно «Управление версиями» открывает подробный граф. Для выбранной версии отображаются ветка, автор, дата, описание и количество узлов и связей. Команда перехода делает выбранную версию активной. В области сравнения выберите базовую и сравниваемую версии: БАЗИС покажет число добавленных, удаленных и измененных узлов и связей, а также перечень отличий. Пример сравнения показан на рисунке 89.

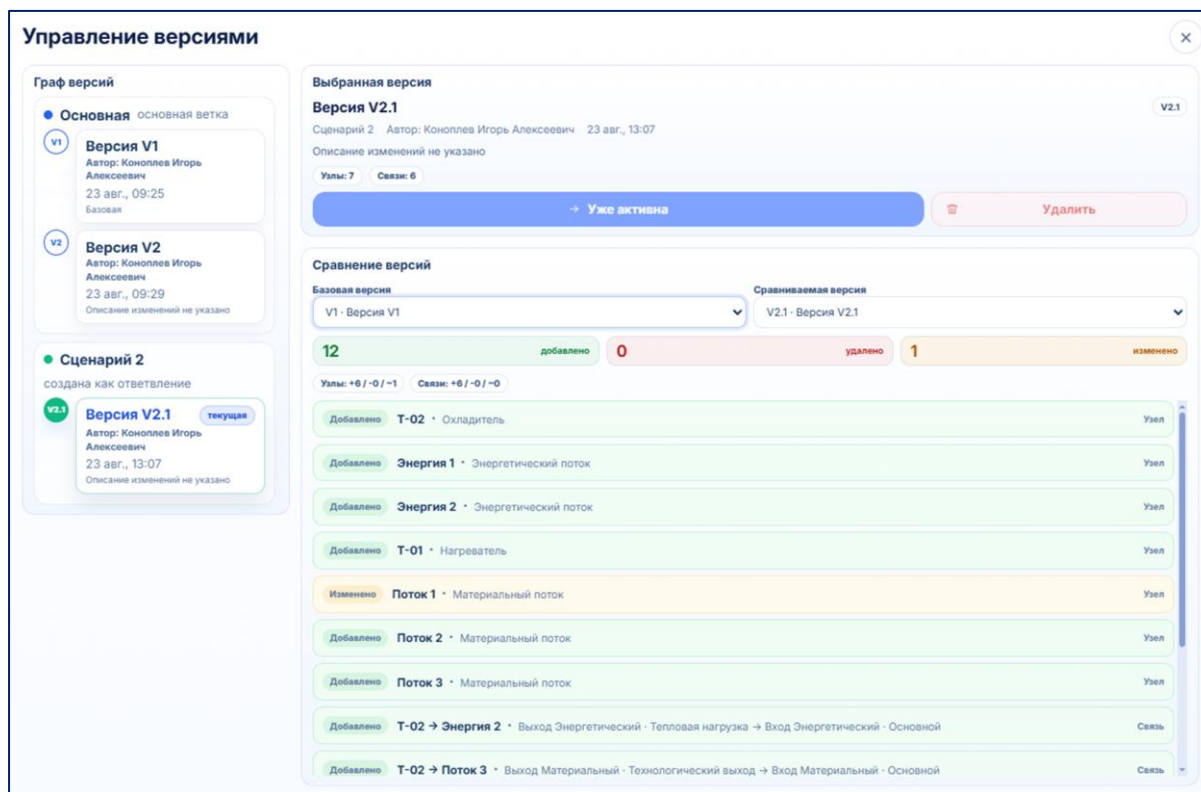


Рисунок 89. Управление и сравнение версий модели

**ВНИМАНИЕ.** Если в рабочей области есть несохраненные локальные изменения, при переходе к другой версии БАЗИС выводит подтверждение. Переход заменяет текущую сцену сохраненным состоянием выбранной версии. Перед подтверждением сохраните нужные изменения отдельной версией.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В текущей версии БАЗИС в одном проекте поддерживается до трех веток. Удалить можно только неактивную версию, от которой не созданы последующие версии. Если команда недоступна или операция не выполнена, проверьте права на изменение проекта, лимит веток и сообщение в панели «Сообщения».

## 3.9. ПОТОКИ

Потоки обеспечивают передачу данных и расчетных величин между объектами технологической схемы. Материальный поток содержит состав, расход и термодинамическое состояние среды, а энергетический поток передает мощность или тепловую нагрузку.

### 3.9.1. РЕДАКТОР

Редактор открывается двойным нажатием материального потока на схеме. В заголовке рабочей вкладки отображаются тип и название потока, а рядом - его текущее состояние, например «Рассчитано» или «Недостаточно данных». Пиктограмма закрытия завершает работу с редактором, не удаляя объект со схемы.

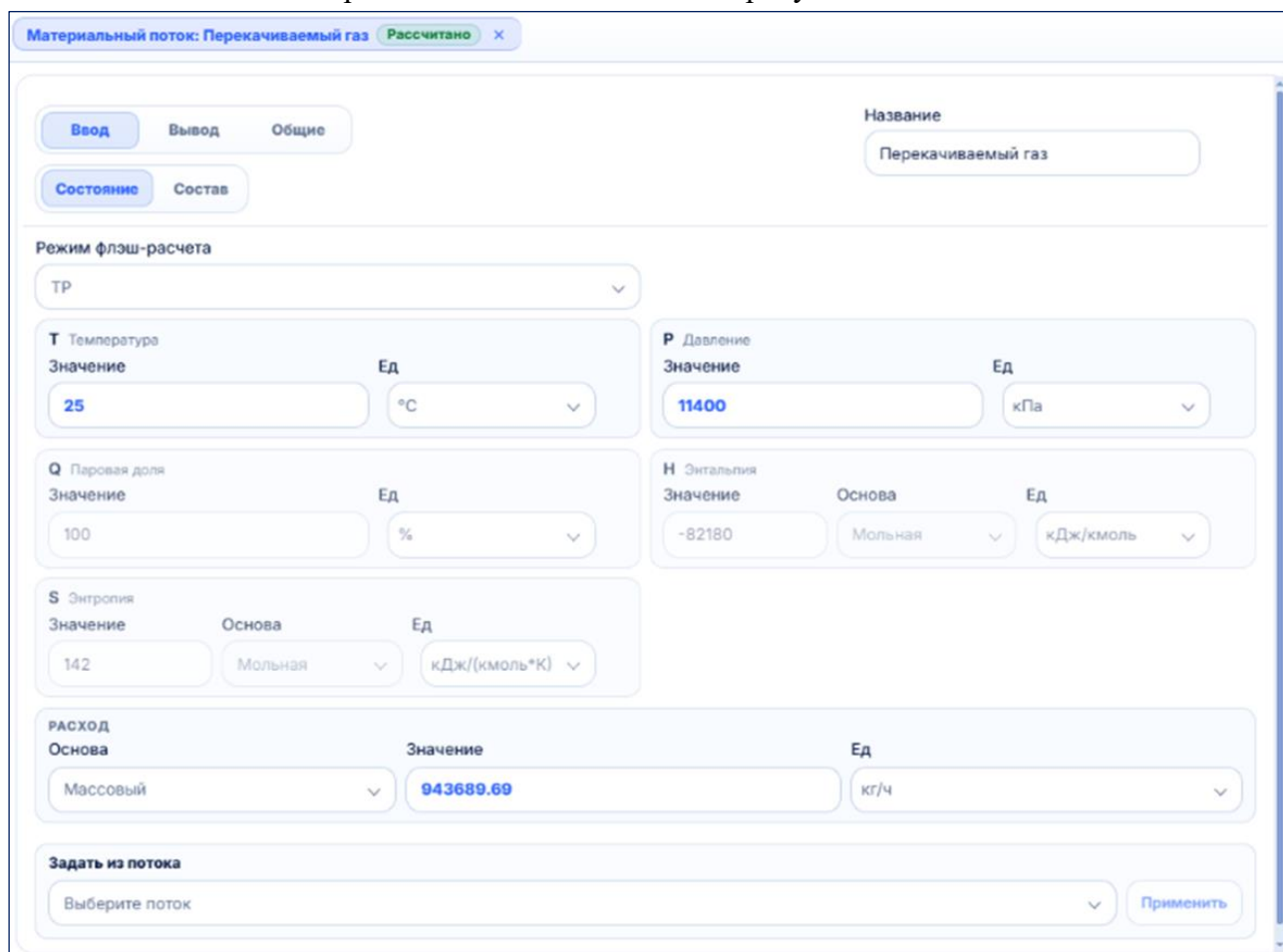
Редактор содержит три основные вкладки: «Ввод» для исходных данных, «Вывод» для рассчитанных свойств и состава, «Общие» для связей и параметров представления объекта. Если поток

формируется выходом вышестоящего аппарата, часть входных полей может быть расчетной или недоступной для ручного изменения.

### 3.9.2. РЕЖИМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ВХОДНЫХ ДАННЫХ

В проекте предусмотрены два режима отображения ввода материального потока. «Стандартный» группирует величины состояния в отдельные карточки и содержит явный список «Режим флэш-расчета». «Альтернативный» выводит те же величины единой таблицей; расчетный режим определяется автоматически по двум заполненным совместимым полям. Режим изменяет только форму представления и способ выбора спецификаций, но не состав сохраняемых данных и не расчетную методику.

Переключатель находится в разделе «Параметры» проекта на вкладке настроек интерфейса моделирования. Выбранный вариант применяется к редакторам материальных потоков проекта. Стандартный режим ввода состояния материального потока показан на рисунке 90. Альтернативный режим ввода состояния материального потока показан на рисунке 91.



Материальный поток: Перекачиваемый газ Рассчитано ×

Ввод Вывод Общие

Состояние Состав

Название  
Перекачиваемый газ

Режим флэш-расчета  
TP

**T** Температура  
Значение Ед  
25 °C

**P** Давление  
Значение Ед  
11400 кПа

**Q** Паровая доля  
Значение Ед  
100 %

**H** Энтальпия  
Значение Основа Ед  
-82180 Мольная кДж/кмоль

**S** Энтропия  
Значение Основа Ед  
142 Мольная кДж/(кмоль\*К)

**РАСХОД**  
Основа Значение Ед  
Массовый 943689.69 кг/ч

Задать из потока  
Выберите поток Применить

Рисунок 90. Стандартный режим ввода состояния материального потока



Материальный поток: Перекачиваемый газ Рассчитано ×

Ввод

Вывод

Общие

Состояние

Состав

Название  
Перекачиваемый газ

| Параметр              | Значение           | Ед            |
|-----------------------|--------------------|---------------|
| <b>T</b> Температура  | 25                 | °C            |
| <b>P</b> Давление     | 11400              | кПа           |
| <b>Q</b> Паровая доля | 100                | %             |
| <b>H</b> Энтальпия    | Мольная -82180     | кДж/кмоль     |
| <b>S</b> Энтропия     | Мольная 142        | кДж/(кмоль*К) |
| <b>F</b> Общий расход | Массовый 943689.69 | кг/ч          |

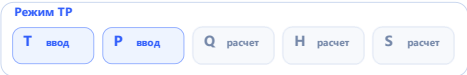
Задать из потока  
Выберите поток ▼ Применить

Рисунок 91. Альтернативный режим ввода состояния материального потока

Основные элементы редактора приведены в таблице 59.

Таблица 59. Структура редактора и режимы отображения материального потока

| Элемент интерфейса                                | Наименование         | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>Стандартный</div> <div>Альтернативный</div>  | Режим ввода          | Переключает стандартное карточное и альтернативное табличное представление. Настраивается на уровне проекта в разделе «Параметры»                                                                    |
| <div>Ввод</div> <div>Вывод</div> <div>Общие</div> | Ввод / Вывод / Общие | «Ввод» содержит исходные спецификации состояния и состав. «Вывод» показывает расчетные результаты. «Общие» содержит связи и общие параметры объекта                                                  |
| <div>Состояние</div> <div>Состав</div>            | Состояние / Состав   | На вкладке «Ввод» переключает задание термодинамического состояния и компонентного состава                                                                                                           |
| <div>Режим флэш-расчета</div> <div>ТР</div>       | Режим флэш-расчета   | В стандартном представлении явно выбирает пару независимых величин: ТР, ТQ, PQ, РН, ТН, PS, TS или HS. В альтернативном представлении список не показывается: пара распознается по заполненным полям |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование         | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>T, P, Q, H, S</b> | Карточки или строки температуры, давления, паровой доли, энтальпии и энтропии. Две величины выбранного режима доступны для ввода; остальные отображаются как расчетные. Для H и S можно выбрать мольную или массовую основу |
|  | <b>Общий расход</b>  | Задаёт основу расхода - массовую или мольную, числовое значение и единицу. При вводе состава расходами компонентов общий расход определяется из их суммы и становится расчетным                                             |

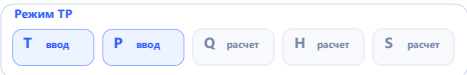
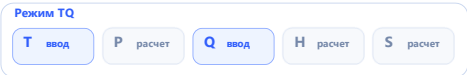
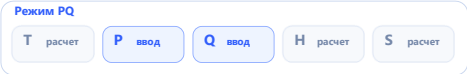
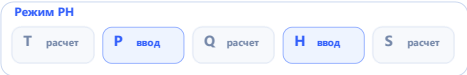
### 3.9.3. СПЕЦИФИКАЦИИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

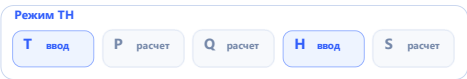
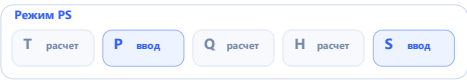
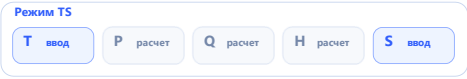
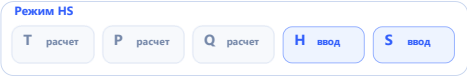
Для однозначного флэш-расчета задаются две независимые спецификации состояния. Часто используемое правило «2 из 3» относится к триаде T/P/Q: пользователь выбирает TP, TQ или PQ, а третья величина определяется расчетом. Редактор также поддерживает пары с энтальпией H и энтропией S. Следовательно, общее правило для всех режимов - две совместимые независимые величины, а не любые два поля из пяти.

В стандартном режиме сначала выберите режим в списке, затем заполните выделенные поля. В альтернативном режиме заполните первое поле и второе совместимое поле; после определения пары несовместимые поля становятся недоступными, а режим выбирается автоматически. Синим отображаются введенные пользователем значения, приглушенным - расчетные или недоступные. Если параметр управляется объектом «Уставка», соответствующее поле блокируется для ручного ввода.

Поддерживаемые пары спецификаций приведены в таблице 60. Доступность отдельных режимов может быть ограничена связанными уставками или расчетным источником данных.

Таблица 60. Поддерживаемые спецификации состояния

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование | Назначение и действия пользователя                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>TP</b>    | Задаются температура T и давление P. Паровая доля Q, энтальпия H и энтропия S определяются расчетом |
|  | <b>TQ</b>    | Задаются температура T и паровая доля Q. Давление P, энтальпия H и энтропия S определяются расчетом |
|  | <b>PQ</b>    | Задаются давление P и паровая доля Q. Температура T, энтальпия H и энтропия S определяются расчетом |
|  | <b>PH</b>    | Задаются давление P и энтальпия H. Для энтальпии выбирается мольная или                             |

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование | Назначение и действия пользователя                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |              | массовая основа; $T$ , $Q$ и $S$ определяются расчетом                                                                                 |
|    | <b>ТН</b>    | Задаются температура $T$ и энтальпия $H$ . Для энтальпии выбирается мольная или массовая основа; $P$ , $Q$ и $S$ определяются расчетом |
|    | <b>PS</b>    | Задаются давление $P$ и энтропия $S$ . Для энтропии выбирается мольная или массовая основа; $T$ , $Q$ и $H$ определяются расчетом      |
|    | <b>TS</b>    | Задаются температура $T$ и энтропия $S$ . Для энтропии выбирается мольная или массовая основа; $P$ , $Q$ и $H$ определяются расчетом   |
|  | <b>HS</b>    | Задаются энтальпия $H$ и энтропия $S$ с выбранными основами. Температура $T$ , давление $P$ и паровая доля $Q$ определяются расчетом   |

### 3.9.4. ОСНОВНОЙ ПОРЯДОК ЗАДАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА

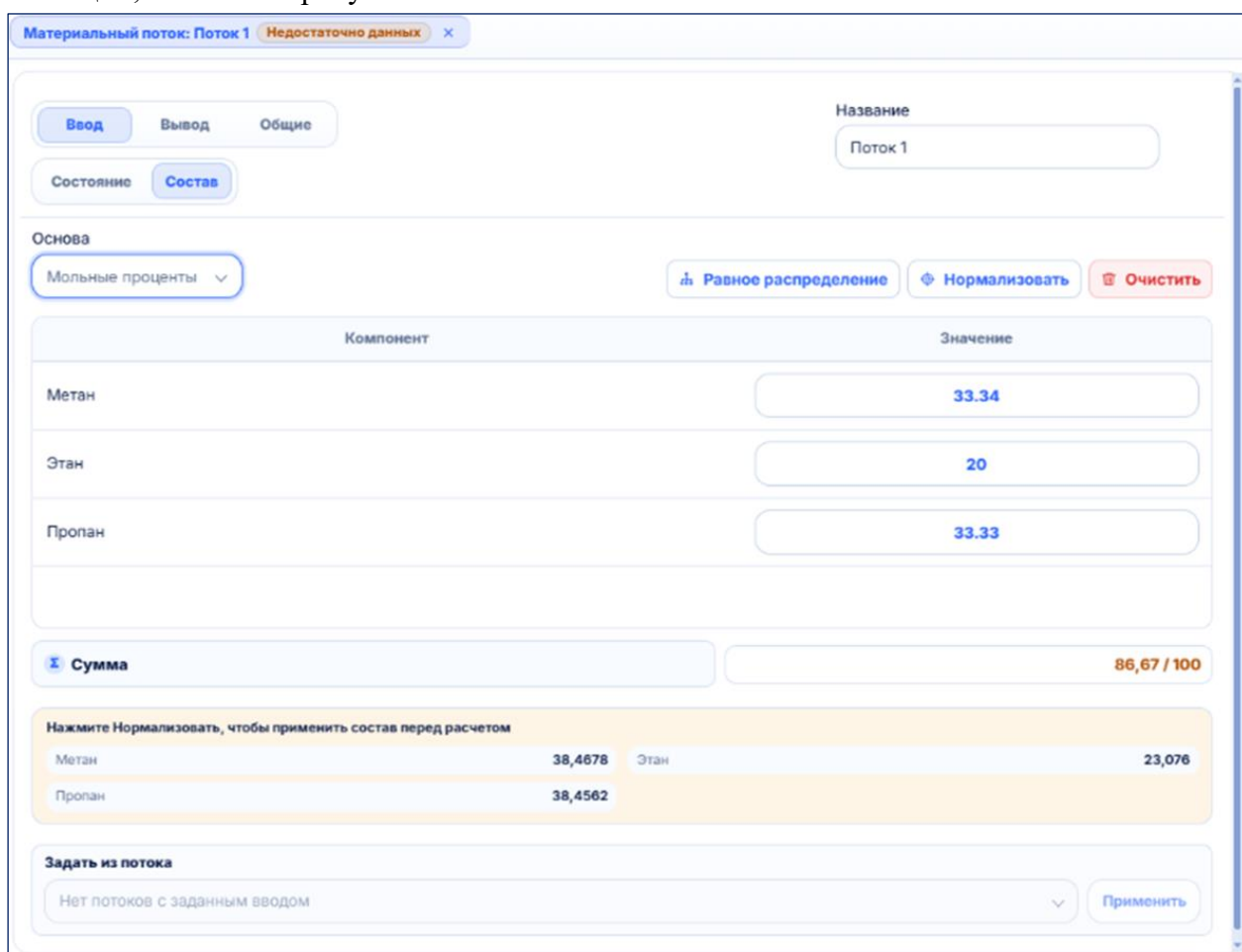
Для подготовки материального потока к расчету выполните следующие действия:

1. Откройте материальный поток двойным нажатием на схеме и на вкладке «Ввод» выберите подвкладку «Состояние».
2. В стандартном режиме выберите требуемую пару в поле «Режим флэш-расчета». В альтернативном режиме заполните два совместимых поля состояния. Для каждого введенного значения проверьте единицу измерения; для  $H$  и  $S$  при необходимости измените мольную или массовую основу.
3. Задайте общий расход: выберите массовую или мольную основу, введите значение и единицу. Если состав будет вводиться расходами компонентов, общий расход рассчитывается автоматически и вручную не задается.
4. Перейдите на подвкладку «Состав» и выберите основу: мольная доля, массовая доля, мольные проценты, массовые проценты, мольный расход компонентов или массовый расход компонентов.
5. Введите значения для компонентов. Для начального равномерного состава можно нажать «Равное распределение». Контролируйте строку «Сумма»: для процентов целевое значение равно 100, для долей - 1.
6. Если сумма долей или процентов отличается от целевой, проверьте предлагаемые значения и нажмите «Нормализовать». БАЗИС пропорционально масштабирует введенные положительные значения и корректирует округление так, чтобы итоговая сумма точно соответствовала выбранной основе.

7. При необходимости используйте «Задать из потока»: выберите поток-источник с сохраненным вводом и нажмите «Применить». В целевой поток копируются его исходные данные и доступный результат; перед расчетом проверьте полученные спецификации и состав.
8. Убедитесь, что в заголовке не отображается состояние «Недостаточно данных». Запустите расчет схемы и после завершения откройте вкладку «Вывод» для проверки свойств и состава.

### 3.9.5. ВВОД И НОРМАЛИЗАЦИЯ СОСТАВА

Состав задается для компонентов активного списка компонентов проекта. При вводе долей или процентов отрицательные значения не допускаются. Если сумма отличается от 1 или 100 больше допустимого отклонения отображения, строка суммы выделяется предупреждающим цветом и ниже появляется предварительный просмотр нормализованных значений. Состав, требующий нормализации, показан на рисунке 92.



Материальный поток: Поток 1 Недостаточно данных x

Ввод Вывод Общие

Состояние Состав

Название  
Поток 1

Основа  
Мольные проценты

Равное распределение Нормализовать Очистить

| Компонент    | Значение           |
|--------------|--------------------|
| Метан        | 33.34              |
| Этан         | 20                 |
| Пропан       | 33.33              |
| <b>Сумма</b> | <b>86,67 / 100</b> |

Нажмите Нормализовать, чтобы применить состав перед расчетом

| Компонент | Значение |
|-----------|----------|
| Метан     | 38,4678  |
| Этан      | 23,076   |
| Пропан    | 38,4562  |

Задать из потока

Нет потоков с заданным вводом

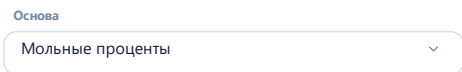
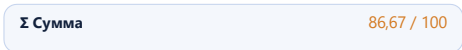
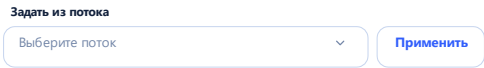
Применить

Рисунок 92. Состав, требующий нормализации

Нормализация сохраняет относительные пропорции введенного состава: каждое значение умножается на отношение целевой суммы к текущей. Предварительный просмотр не заменяет текущие значения; для применения требуется нажать «Нормализовать». Команда «Равное распределение» назначает одинаковые доли всем компонентам, а «Очистить» удаляет введенные значения состава.

Элементы ввода и проверки состава приведены в таблице 61.

Таблица 61. Элементы ввода состава

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                                           | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Основа состава</b>                                  | Определяет смысл вводимых чисел: мольная или массовая доля, мольные или массовые проценты, а также мольные или массовые расходы компонентов. Для компонентных расходов дополнительно выбирается единица                                |
|    | <b>Равное распределение / Нормализовать / Очистить</b> | «Равное распределение» формирует одинаковые значения. «Нормализовать» пропорционально приводит сумму к 1 или 100. «Очистить» удаляет введенные значения; кнопка недоступна, если очищать нечего                                        |
|  | <b>Сумма</b>                                           | Показывает текущую сумму и целевое значение. Зеленое состояние означает соответствие 1 или 100 в пределах допуска; предупреждающее состояние требует проверки или нормализации. Для расходов компонентов показывается сумма с единицей |
|  | <b>Предварительный просмотр нормализации</b>           | Появляется при ненулевой некорректной сумме и показывает значения, которые будут применены. До нажатия «Нормализовать» текущий состав не изменяется                                                                                    |
|  | <b>Задать из потока</b>                                | Копирует исходные данные выбранного потока-источника в текущий поток. Список содержит только доступные потоки с сохраненным вводом; кнопка «Применить» активируется после выбора источника                                             |

### 3.9.6. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Вкладка «Вывод» доступна для просмотра рассчитанного состояния потока и разделена на «Свойства» и «Состав». Значения являются результатами расчета и непосредственно не редактируются. Синим могут выделяться величины, происхождение которых связано с пользовательской спецификацией; остальные значения получены расчетом. Рассчитанные свойства материального потока показаны на рисунке 93, состав в табличном представлении — на рисунке 94, а

состав в виде диаграммы — на рисунке 95. Кнопка «Выгрузка в Excel» на вкладке «Вывод» сохраняет исходные данные и результаты текущего потока в отдельную книгу.

Материальный поток: Перекачиваемый газ Рассчитано ×

Ввод **Вывод** Общие

Свойства Состав

Название: Перекачиваемый газ 🔍

| Параметр                                            | Общий     | Пар       | Ед      |
|-----------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|
| Мольная доля                                        | 100.0     | 100.0     | %       |
| Массовая доля                                       | 100.0     | 100.0     | %       |
| Давление                                            | 114.0     | 114.0     | бар     |
| Температура                                         | 25.00     | 25.00     | °C      |
| Мольный расход                                      | 5.162E+04 | 5.162E+04 | кмоль/ч |
| Массовый расход                                     | 9.437E+05 | 9.437E+05 | кг/ч    |
| Объемный расход при Т,Р                             | 8480      | 8480      | м³/ч    |
| Плотность при Т,Р                                   | 111.3     | 111.3     | кг/м³   |
| Стандартный объемный расход газа (15 °C, 101.3 кПа) | 1.220E+06 | 1.220E+06 | м³/ч    |
| Молярная масса                                      | 0.01828   | 0.01828   | кг/моль |

Рисунок 93. Рассчитанные свойства материального потока

Материальный поток: Перекачиваемый газ Рассчитано ×

Ввод **Вывод** Общие

Свойства **Состав**

Основа: Мольная доля ▼ Отображение: Доля ▼

Таблица **Диаграмма**

| Компонент        | Общий     | Пар       | Ед |
|------------------|-----------|-----------|----|
| Этан             | 0.07467   | 0.07467   | -  |
| Пропан           | 0.02327   | 0.02327   | -  |
| н-Бутан          | 0.002520  | 0.002520  | -  |
| Изобутан         | 0.002350  | 0.002350  | -  |
| н-Пентан         | 0.0004700 | 0.0004700 | -  |
| Изопентан        | 0.0003000 | 0.0003000 | -  |
| н-Гексан         | 0.0001800 | 0.0001800 | -  |
| Азот             | 0.001130  | 0.001130  | -  |
| Диоксид углерода | 0.009500  | 0.009500  | -  |
| Кислород         | 0.000     | 0.000     | -  |
| Вода             | 0.000     | 0.000     | -  |
| Метан            | 0.8856    | 0.8856    | -  |

Рисунок 94. Рассчитанный состав в табличном представлении

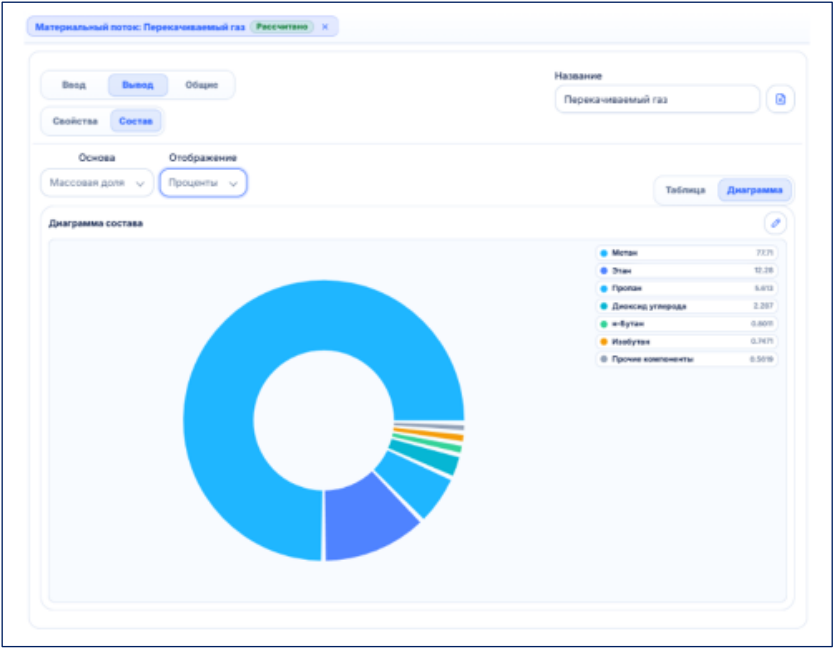
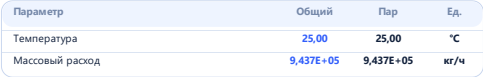
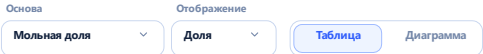


Рисунок 95. Рассчитанный состав в виде диаграммы

Таблица свойств формируется по доступным результатам. Столбец «Общий» содержит значение для потока в целом, а фазовые столбцы - для обнаруженных фаз: паровой, жидкой, углеводородной жидкой или водной жидкой. Состав фаз и набор строк зависят от результата флэш-расчета.

Элементы вкладки «Вывод» приведены в таблице 62.

Таблица 62. Элементы просмотра результатов материального потока

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование                                      | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Свойства / Состав</b>                          | «Свойства» показывает рассчитанные термодинамические, расходные и транспортные параметры. «Состав» открывает компонентный состав потока в выбранной основе                                   |
|  | <b>Таблица свойств</b>                            | Показывает параметр, значение потока в целом, значения доступных фаз и единицу. Единицу отдельных величин можно изменить локально без повторного расчета; изменяется только представление    |
|  | <b>Основа / Отображение / Таблица / Диаграмма</b> | Основа выбирает мольную долю, массовую долю, мольный расход или массовый расход. Для долей доступно представление «Доля» или «Проценты». Переключатель справа выбирает таблицу или диаграмму |



| Элемент интерфейса                                                                | Наименование             | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Диаграмма состава</b> | Показывает положительные значения компонентов и легенду. Пиктограмма карандаша открывает общий редактор графика, описанный ранее; настройки оформления не изменяют расчетный состав |
|  | <b>Закрыть редактор</b>  | Закрывает рабочую вкладку редактора материального потока. Объект, исходные данные и результаты сохраняются в проекте и не удаляются                                                 |
|                                                                                   | <b>Выгрузка в Excel</b>  | Сохраняет книгу с листами «Вывод», «Состав» и «Ввод». Команда доступна для рассчитанного потока на активной вкладке «Вывод»                                                         |

В книге Excel лист «Вывод» содержит свойства потока в целом и доступных фаз с единицами проекта, лист «Состав» — компонентные составы и расходы, лист «Ввод» — использованные спецификации состояния, расход и исходный состав. Имя файла формируется из названия потока. Пример листа «Вывод» показан на рисунке 96.

|    | A                                                   | B            | C            | D             |
|----|-----------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| 1  | <b>Результаты материального потока</b>              |              |              |               |
| 2  |                                                     |              |              |               |
| 3  | <b>Параметр</b>                                     | <b>Общий</b> | <b>Пар</b>   | <b>Ед.</b>    |
| 4  | Мольная доля фаз                                    | 100          | 100          | %             |
| 5  | Массовая доля фаз                                   | 100          | 100          | %             |
| 6  | Давление                                            | 114          | 114          | бар           |
| 7  | Температура                                         | 29           | 29           | °C            |
| 8  | Мольный расход                                      | 51615,37909  | 51615,37909  | кмоль/ч       |
| 9  | Массовый расход                                     | 943689,69    | 943689,69    | кг/ч          |
| 10 | Объемный расход при T,P                             | 8730,626141  | 8730,626141  | м³/ч          |
| 11 | Плотность при T,P                                   | 108,0895774  | 108,0895774  | кг/м³         |
| 12 | Стандартный объемный расход газа (15 °C, 101.3 кПа) | 1220436,866  | 1220436,866  | м³/ч          |
| 13 | Молярная масса                                      | 0,018283111  | 0,018283111  | кг/моль       |
| 14 | Коэффициент сжимаемости                             | 0,767563541  | 0,767563541  | —             |
| 15 | Молярная энтальпия                                  | -81950,45721 | -81950,45721 | кДж/кмоль     |
| 16 | Массовая энтальпия                                  | -4482,303834 | -4482,303834 | кДж/кг        |
| 17 | Молярная энтропия                                   | 142,756421   | 142,756421   | кДж/(кмоль*К) |
| 18 | Массовая энтропия                                   | 7,808103518  | 7,808103518  | кДж/(кг*К)    |
| 19 | Молярная теплоемкость                               | 57,93023152  | 57,93023152  | кДж/(кмоль*К) |
| 20 | Молярная изохорная теплоемкость                     | 32,14863863  | 32,14863863  | кДж/(кмоль*К) |
| 21 | Отношение Cp/(Cp - R)                               | 1,167577018  | 1,167577018  | —             |
| 22 | Молярная изохорная теплоемкость (полуидеальная)     | 49,6157689   | 49,6157689   | кДж/(кмоль*К) |
| 23 | Массовая изохорная теплоемкость                     | 1,758379039  | 1,758379039  | кДж/(кг*К)    |
| 24 | Массовая изохорная теплоемкость (полуидеальная)     | 2,713748754  | 2,713748754  | кДж/(кг*К)    |
| 25 | Массовая теплоемкость                               | 3,168510679  | 3,168510679  | кДж/(кг*К)    |
| 26 | Отношение теплоемкостей Cp/Cv                       | 1,801949756  | 1,801949756  | —             |
| 27 | Молярный объем                                      | 0,169147767  | 0,169147767  | м³/кмоль      |
| 28 | Молярная плотность                                  | 0,005911991  | 0,005911991  | кмоль/м³      |
| 29 | Динамическая вязкость                               | 0,015727354  | 0,015727354  | сП            |
|    | <b>Вывод</b>                                        | Состав       | Ввод         | +             |

Рисунок 96. Лист «Вывод» книги Excel материального потока

### 3.9.7. ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕКТА

Вкладка «Общие» содержит параметры, характерные не только для материального потока, но и для большинства объектов схемы: связи, пакет свойств, вариант пиктограммы, координаты, масштаб и примечание. В последующих описаниях объектов эти элементы повторно не раскрываются, если их назначение не отличается. Общие параметры материального потока показаны на рисунке 97.

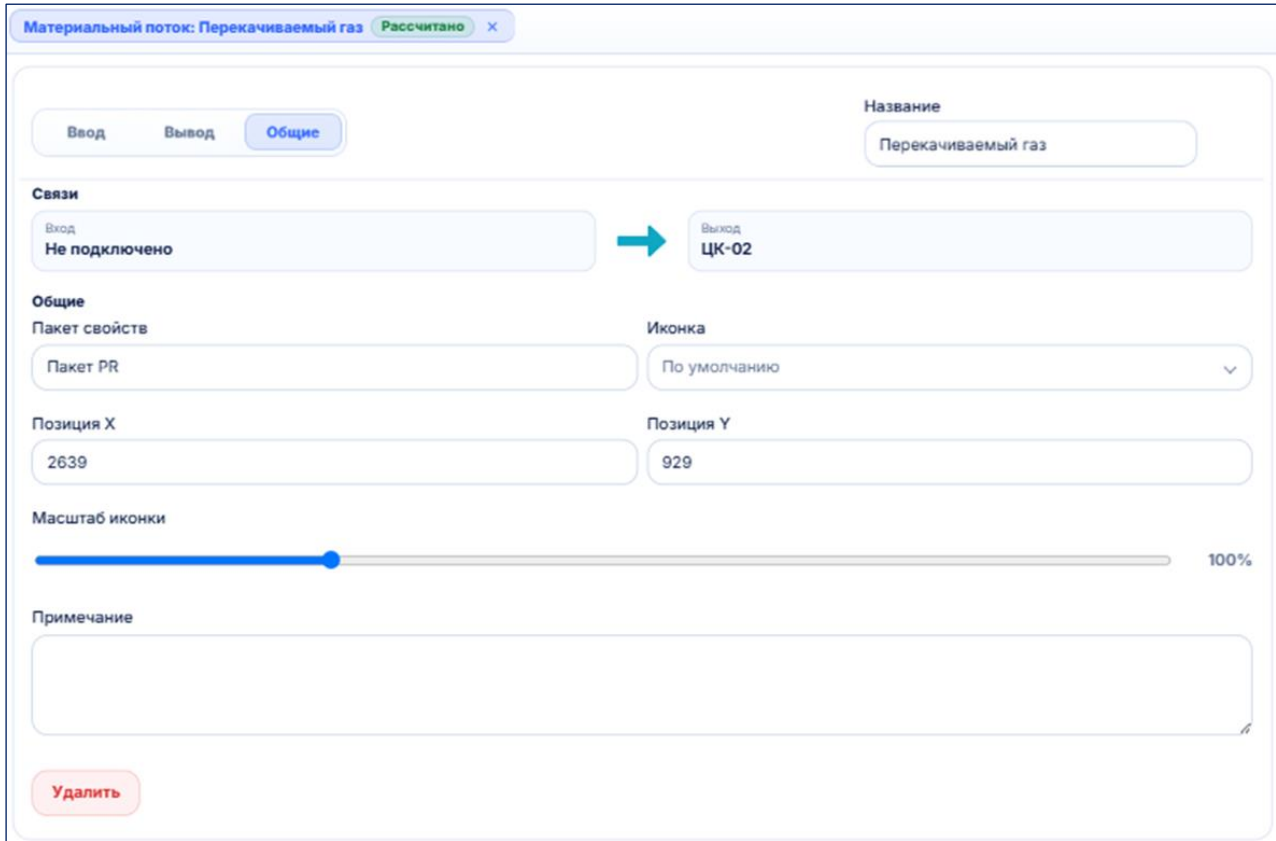
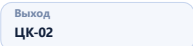
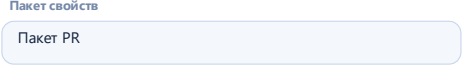
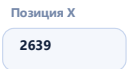
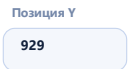
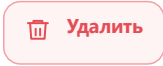


Рисунок 97. Общие параметры материального потока

Общие параметры материального потока приведены в таблице 63.

Таблица 63. Общие параметры объекта схемы

| Элемент интерфейса                                                                                                                                                                                                                                          | Наименование                                  | Назначение и действия пользователя                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       | <b>Связи</b>                                  | Показывает подключенные входной и выходной объекты. «Не подключено» означает отсутствие соответствующей связи                                           |
|                                                                                                                                                                          | <b>Пакет свойств</b>                          | Показывает активный пакет свойств, применяемый к расчету потока. Поле информационное; выбор и активация пакета выполняются в разделе «Пакеты свойств»   |
|    | <b>Иконка /<br/>Позиция X /<br/>Позиция Y</b> | «Иконка» выбирает официальный вариант отображения объекта.<br>Координаты X и Y показывают текущую позицию на схеме и изменяются при перемещении объекта |
|                                                                                       | <b>Масштаб иконки<br/>/ Примечание</b>        | Ползунок изменяет размер пиктограммы на схеме в пределах, предусмотренных интерфейсом. «Примечание» хранит                                              |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |              | пользовательский комментарий к объекту и не участвует в расчете                                                                                                               |
|  | Удалить      | Удаляет объект со схемы. Перед выполнением проверьте выбранный объект и связанные с ним соединения; закрытие редактора выполняется отдельной пиктограммой и не удаляет объект |

### 3.9.8. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТОК

Энергетический поток передает между объектами мощность или тепловую нагрузку и может служить источником уставки. В отличие от материального потока он не содержит состава и термодинамического состояния смеси, поэтому редактор включает только вкладки «Ввод» и «Общие». Параметры энергетического потока показаны на рисунке 98.

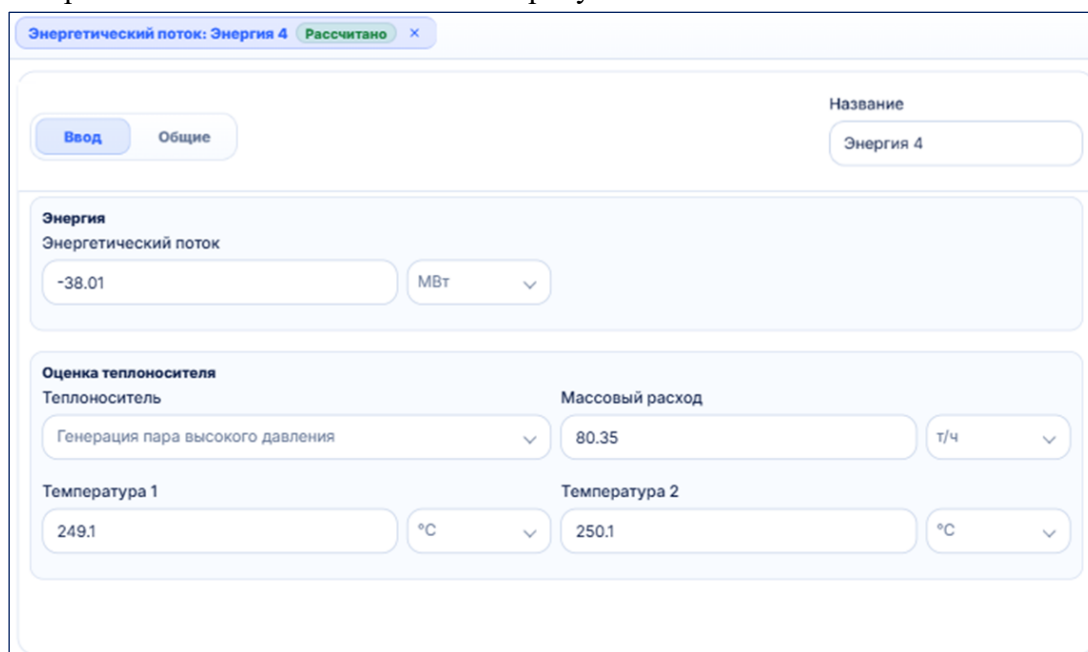


Рисунок 98. Параметры энергетического потока

Назначение элементов редактора энергетического потока приведено в таблице 64.

Таблица 64. Элементы редактора энергетического потока

| Элемент или раздел                                            | Назначение                                | Порядок работы и результат                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Подвод мощности /<br>Отвод мощности /<br>Энергетический поток | Энергетическое значение и его направление | Наименование поля определяется направлением связи. Введите значение, если поток является независимым источником; при управлении связанным оборудованием поле может быть расчетным или недоступным для ручного изменения |

| Элемент или раздел               | Назначение                       | Порядок работы и результат                                                                             |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Единица мощности                 | Локальное представление значения | Выберите удобную единицу для этого потока. Локальная смена не изменяет глобальный набор единиц проекта |
| Теплоноситель                    | Выбор проектной утилиты          | Выберите теплоноситель из реестра проекта, если требуется оценить расход по энергетической нагрузке    |
| Массовый расход                  | Оценочный расход теплоносителя   | Рассчитывается по нагрузке и температурам                                                              |
| Температура 1 /<br>Температура 2 | Температурный интервал утилиты   | Задайте или проверьте температуры, используемые для оценки массового расхода теплоносителя             |
| Общие                            | Направление и связи              | Показывает объект-источник и объект-приемник, пакет свойств и параметры представления                  |

Перед изменением энергетического потока проверьте его направление и управляющую связь. Если значение формируется связанным аппаратом или используется внешней уставкой, редактирование следует выполнять в объекте-источнике, указанном в редакторе, а не дублировать его на противоположной стороне связи.

### 3.9.9. РЕЕСТР ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

Реестр теплоносителей используется совместно с энергетическими потоками и оборудованием, для которого доступна оценка теплоносителя. Он содержит стандартные инженерные условия и пользовательские записи текущего проекта. Стандартные значения предназначены для предварительной оценки массового расхода и не заменяют паспортные данные конкретной системы теплоснабжения или охлаждения.

Для однофазных сред коэффициент теплоемкости представляет среднее значение на интервале T1-T2. Для конденсации или испарения скрытая теплота фазового перехода приведена к эквивалентному коэффициенту на условном интервале 1 К; такое значение не следует интерпретировать как истинную изобарную теплоемкость двухфазной среды. Предварительный массовый расход оценивается по абсолютной тепловой нагрузке, коэффициенту и модулю разности температур. Реестр теплоносителей показан на рисунке 99.

**Реестр теплоносителей**

Поиск  [+ Добавить пользовательский](#) [Скопировать как пользовательский](#) [Редактировать](#) [Удалить](#) 22 из 22 теплоносителей

| ID | ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ                                                 | НАЗНАЧЕНИЕ | T1, °C | T2, °C | КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОЕМКОСТИ, КДЖ/(КТ*К) |
|----|---------------------------------------------------------------|------------|--------|--------|--------------------------------------|
| -  | Охладитель X<br>Пользовательский теплоноситель                | Охлаждение | 20     | 50     | 10                                   |
| 1  | Пар высокого давления<br>Стандартный теплоноситель            | Нагрев     | 250    | 249    | 1715                                 |
| 2  | Пар среднего давления<br>Стандартный теплоноситель            | Нагрев     | 185    | 184    | 1996                                 |
| 3  | Пар низкого давления<br>Стандартный теплоноситель             | Нагрев     | 150    | 149    | 2114                                 |
| 4  | Термомасло Therminol 66<br>Стандартный теплоноситель          | Нагрев     | 300    | 250    | 2,474                                |
| 5  | Топочные газы 1000 °F<br>Стандартный теплоноситель            | Нагрев     | 537,8  | 400    | 1,085                                |
| 6  | Топочные газы 2000 °F<br>Стандартный теплоноситель            | Нагрев     | 1093   | 400    | 1,141                                |
| 7  | Топочные газы 3000 °F<br>Стандартный теплоноситель            | Нагрев     | 1649   | 400    | 1,177                                |
| 8  | Генерация аммиачного хладагента<br>Стандартный теплоноситель  | Нагрев     | -25    | -26    | 1350                                 |
| 9  | Генерация пропанового хладагента<br>Стандартный теплоноситель | Нагрев     | -40    | -41    | 442,2                                |
| 10 | Генерация этиленового хладагента<br>Стандартный теплоноситель | Нагрев     | -65    | -66    | 488,4                                |

Рисунок 99. Реестр теплоносителей

Элементы управления реестром теплоносителей и действия с пользовательскими записями приведены в таблице 65. Добавление пользовательского теплоносителя показано на рисунке 100.

Таблица 65. Элементы управления реестром теплоносителей

| Раздел или элемент               | Назначение                       | Действия пользователя и результат                                                                                              |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Поиск                            | Фильтрует записи реестра         | Введите часть названия теплоносителя; счетчик справа показывает число найденных записей и общий размер реестра                 |
| Добавить пользовательский        | Создает новую запись проекта     | Откройте редактор, задайте название, температуры T1 и T2 и коэффициент теплоемкости, затем нажмите «Создать»                   |
| Скопировать как пользовательский | Создает изменяемую копию         | Выберите стандартную или пользовательскую строку и создайте независимую пользовательскую запись на ее основе                   |
| Редактировать                    | Изменяет пользовательскую запись | Доступно только для пользовательского теплоносителя. Стандартные записи защищены от изменения                                  |
| Удалить                          | Удаляет пользовательскую запись  | Доступно только для пользовательского теплоносителя. Стандартные записи удалить нельзя                                         |
| Заголовки столбцов               | Сортируют реестр                 | Нажмите заголовок ID, теплоносителя, назначения, температуры или коэффициента; повторное нажатие меняет направление сортировки |

| Раздел или элемент | Назначение                 | Действия пользователя и результат                                                                                                                                      |
|--------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Выбор строки       | Определяет объект действия | Щелкните строку перед копированием, редактированием или удалением. Двойной щелчок по стандартной строке открывает создание копии, по пользовательской – редактирование |

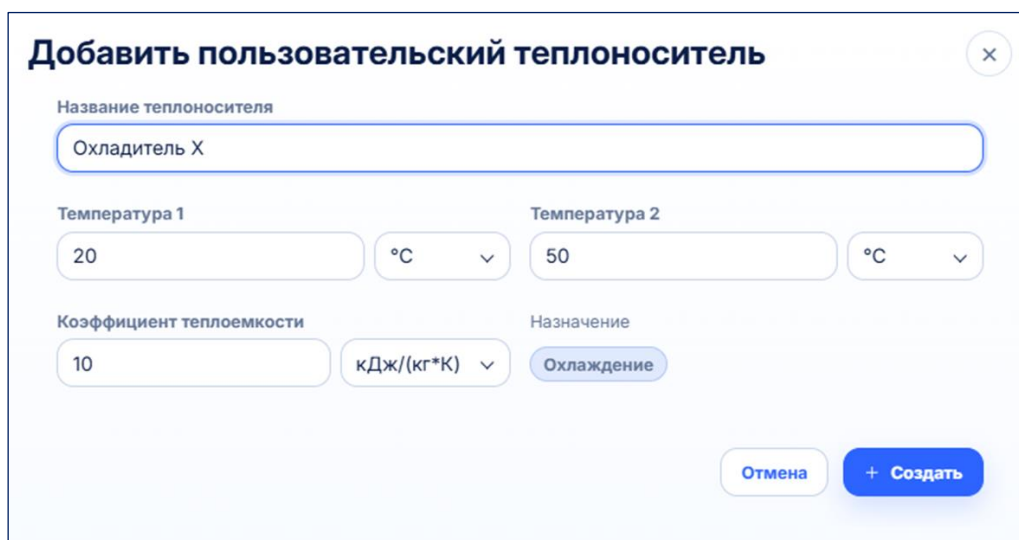


Рисунок 100. Добавление пользовательского теплоносителя

Назначение записи определяется автоматически: при T1 меньше T2 теплоноситель относится к охлаждению, в противном случае – к нагреву. Для уточнения проектного давления, фактического состава топочных газов, концентрации среды или конкретной марки продукта скопируйте подходящую стандартную строку и скорректируйте пользовательскую копию.

Стандартный каталог теплоносителей и пример пользовательской записи приведены в таблице 66.

Таблица 66. Стандартные теплоносители и пользовательский пример

| ID | Теплоноситель                           | Назначение |
|----|-----------------------------------------|------------|
| –  | Охладитель X (пример пользовательского) | Охлаждение |
| 1  | Пар высокого давления                   | Нагрев     |
| 2  | Пар среднего давления                   | Нагрев     |
| 3  | Пар низкого давления                    | Нагрев     |
| 4  | Термомасло Therminol 66                 | Нагрев     |
| 5  | Топочные газы 1000 °F                   | Нагрев     |
| 6  | Топочные газы 2000 °F                   | Нагрев     |
| 7  | Топочные газы 3000 °F                   | Нагрев     |
| 8  | Генерация аммиачного хладагента         | Нагрев     |



| ID | Теплоноситель                    | Назначение |
|----|----------------------------------|------------|
| 9  | Генерация пропанового хладагента | Нагрев     |
| 10 | Генерация этиленового хладагента | Нагрев     |
| 11 | Генерация метанового хладагента  | Нагрев     |
| 12 | Оборотная вода                   | Охлаждение |
| 13 | Аммиачный хладагент              | Охлаждение |
| 14 | Пропановый хладагент             | Охлаждение |
| 15 | Этиленовый хладагент             | Охлаждение |
| 16 | Метановый хладагент              | Охлаждение |
| 17 | Воздух                           | Охлаждение |
| 18 | Генерация пара низкого давления  | Охлаждение |
| 19 | Генерация пара среднего давления | Охлаждение |
| 20 | Генерация пара высокого давления | Охлаждение |
| 21 | Жидкий азот                      | Охлаждение |

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Строка «Охладитель X» приведена как пользовательский пример. Состав и число пользовательских теплоносителей зависят от текущего проекта; стандартный каталог содержит 21 запись с ID 1-21.

### 3.10. ОБОРУДОВАНИЕ

Объекты оборудования технологической схемы используют редакторы с единой базовой логикой: пользователь задает входные спецификации, запускает расчет схемы, проверяет состояние объекта и выходные величины, а при необходимости анализирует рабочую книгу и общие параметры. Набор вкладок, полей и результатов зависит от типа оборудования и выбранной расчетной модели.

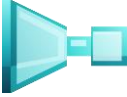
Для большинства объектов оборудования доступны вкладки «Ввод», «Вывод», «Рабочая книга» и «Общие». Вкладка «Ввод» содержит независимые спецификации модели, «Вывод» – рассчитанные показатели, «Рабочая книга» – сопоставление подключенных потоков, «Общие» – связи, пакет свойств и параметры представления. Отдельные вкладки могут отсутствовать или дополняться в зависимости от модели оборудования.

#### 3.10.1. ОБЩАЯ СТРУКТУРА РЕДАКТОРА ОБОРУДОВАНИЯ

Редактор оборудования открывается двойным нажатием объекта на схеме либо из дерева объектов. В заголовке рабочей вкладки отображаются тип, название и текущее состояние объекта. Нажатие метки состояния открывает связанное сообщение, если для состояния сформирована диагностика; кнопка закрытия завершает работу с редактором.

Общие элементы редактора оборудования на примере настроек компрессора приведены в таблице 67.

Таблица 67. Общие элементы редактора оборудования на примере настроек компрессора

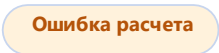
| Элемент интерфейса                                                                | Наименование                                | Назначение и действия пользователя                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Пиктограмма объекта</b>                  | Показывает тип оборудования на схеме. Если для выбранного типа доступны варианты пиктограммы, их можно изменить на вкладке «Общие»                                                           |
|  | <b>Заголовок и состояние</b>                | Показывает тип и имя объекта, текущее расчетное состояние и кнопку закрытия редактора. Метка состояния используется для перехода к относящемуся к объекту сообщению                          |
|  | <b>Ввод / Вывод / Рабочая книга / Общие</b> | Основные разделы редактора. «Ввод» содержит спецификации модели; «Вывод» – результаты; «Рабочая книга» – сопоставление входных и выходных потоков; «Общие» – связи и параметры представления |

### 3.10.2. СОСТОЯНИЯ И ОБЩИЕ ФУНКЦИИ ОБЪЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ

Состояние в заголовке относится к текущей версии входных данных объекта оборудования и позволяет отличить актуальный результат от результата, требующего повторного запуска. Расчетные состояния и требуемые действия пользователя приведены в таблице 68.

Таблица 68. Состояния объекта оборудования

| Элемент интерфейса                                                                  | Наименование               | Назначение и действия пользователя                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Недостаточно данных</b> | Не подготовлен обязательный вход, в том числе отсутствует готовый входной материальный поток. Проверьте связи, входной поток и обязательные спецификации |
|  | <b>Не рассчитано</b>       | Минимально необходимые данные присутствуют, но актуальный результат расчета объекта еще не получен. Запустите расчет схемы                               |
|  | <b>Изменено</b>            | После последнего результата изменены входные данные или настройки объекта. Отображавшиеся результаты следует считать устаревшими до нового запуска       |

| Элемент интерфейса                                                                | Наименование                         | Назначение и действия пользователя                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Рассчитано</b>                    | Для текущих входных данных получен принятый результат без предупреждений. Значения доступны на вкладках «Вывод» и «Рабочая книга»                 |
|  | <b>Рассчитано с предупреждениями</b> | Результат принят, но сформированы инженерные предупреждения. Перед использованием результата откройте связанное сообщение и оцените применимость  |
|  | <b>Ошибка расчета</b>                | Расчет объекта завершился неуспешно. Откройте сообщение, устраните причину и повторите запуск; предыдущий результат не следует считать актуальным |

Для подготовки и проверки объекта оборудования выполните следующие действия:

1. Разместите объект оборудования на схеме и подключите предусмотренные моделью входные и выходные материальные, энергетические или иные потоки.
2. Откройте редактор. На вкладке «Ввод» выберите расчетную постановку и заполните обязательные спецификации; проверьте единицы измерения и источники зависимых величин.
3. Убедитесь, что состояние изменилось с «Недостаточно данных» на «Не рассчитано» либо «Изменено». Если этого не произошло, проверьте обязательные входы, связи и спецификации объекта.
4. Запустите расчет схемы. При состоянии «Рассчитано с предупреждениями» или «Ошибка расчета» откройте связанную диагностику из метки состояния либо панели сообщений.
5. На вкладке «Вывод» проверьте рассчитанные технологические показатели и состояние подключенных потоков. При необходимости измените единицы в отдельных строках без изменения глобального набора единиц.
6. Откройте «Рабочую книгу» для сопоставления входных и выходных потоков, затем проверьте связи, пакет свойств и параметры представления объекта на вкладке «Общие».

Вкладка «Рабочая книга» применяется для сопоставления состояний, свойств и составов подключенных материальных потоков. Набор подвкладок зависит от типа оборудования; изменение формы представления и локальных единиц не изменяет расчетные значения.

Вкладка «Общие» содержит связи объекта, используемый пакет свойств и параметры представления на схеме, включая название, примечание и доступные варианты пиктограммы. Переход по карточке связи открывает подключенный объект; после изменения связей или удаления оборудования необходимо повторно проверить схему.

### 3.10.3. КОМПРЕССОР

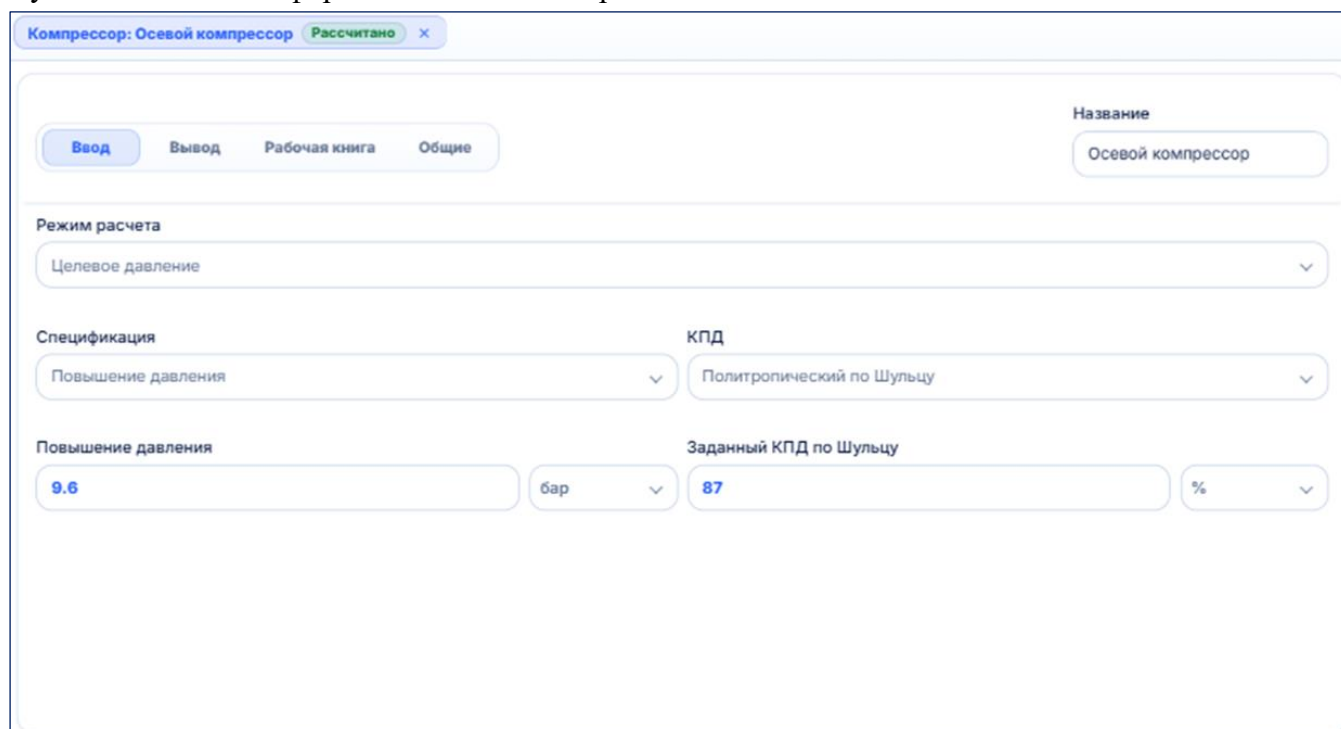
Компрессор предназначен для повышения давления газового потока и потребляет механическую мощность, которая может передаваться через энергетический поток. Для компрессора

доступны две постановки: режим «Целевое давление» и режим «Характеристические кривые». В обоих режимах термодинамическое состояние рассчитывается выбранным пакетом свойств.

На вкладке «Ввод» компрессора задаются режим расчета, спецификация давления и способ определения КПД. Режим выбирает расчет по целевому давлению либо по характеристическим кривым; спецификация определяет выходное давление, повышение давления, отношение давлений или целевую мощность; эффективность задается изэнтропическим либо политропическим КПД по Шульцу. Вкладка «Вывод» содержит рассчитанные давление, температуру, мощность и показатели эффективности, а вкладки «Рабочая книга» и «Общие» используют описанную выше стандартную структуру оборудования.

### Расчет компрессора по целевому давлению

В режиме «Целевое давление» пользователь определяет нагрузку одним из четырех способов: задает абсолютное выходное давление, повышение давления, отношение давлений либо целевую мощность. Доступность отдельных вариантов зависит от контекста использования. Если мощность задается подключенным энергетическим потоком, поле в редакторе становится доступным только для чтения, чтобы исключить две независимые спецификации одной величины. Для компрессора выбирается изэнтропический (адиабатический) КПД либо политропический КПД по Шульцу. На рисунке 101 показана форма ввода данных в режиме целевого давления.



Компрессор: Осевой компрессор Рассчитано ×

Ввод Вывод Рабочая книга Общие

Название: Осевой компрессор

Режим расчета: Целевое давление

Спецификация: Повышение давления

КПД: Политропический по Шульцу

Повышение давления: 9.6 бар

Заданный КПД по Шульцу: 87 %

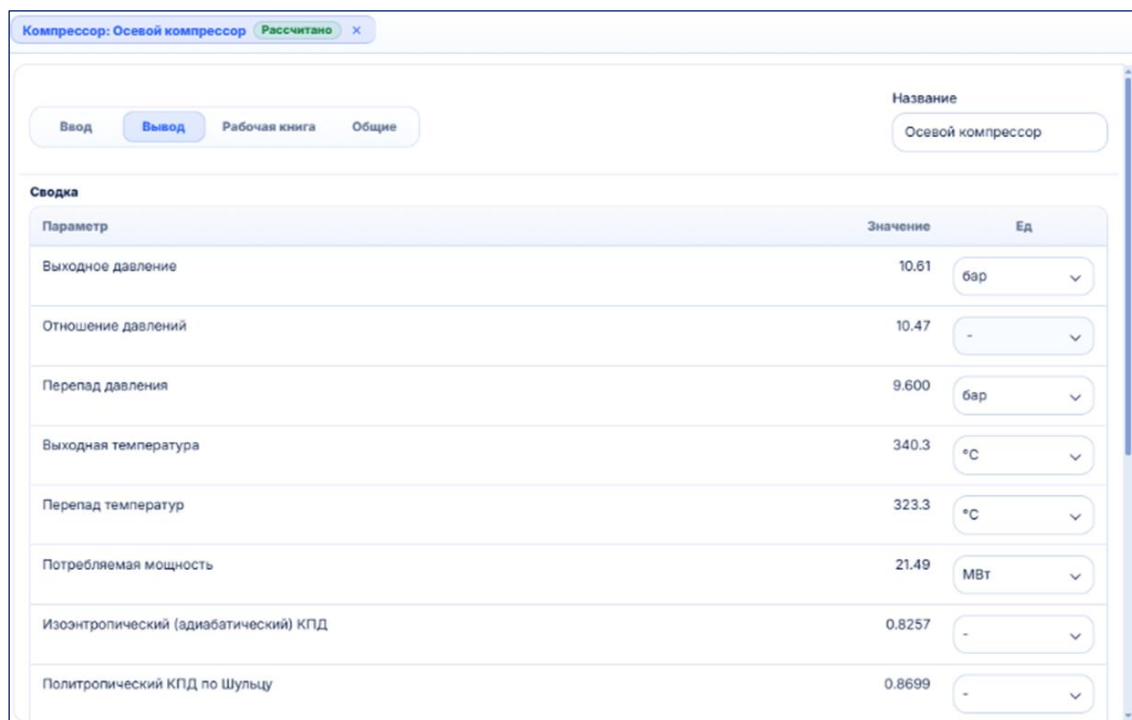
Рисунок 101. Ввод данных компрессора в режиме целевого давления

### Результаты и общие вкладки компрессора

Вкладка «Вывод» содержит сводку рассчитанных параметров. Для компрессора в нее входят выходное давление, отношение и перепад давлений, выходная температура, перепад температур, потребляемая мощность, изэнтропический и политропический КПД и другие показатели.

Списки единиц в строках результатов являются локальными. Например, выходное давление можно показать в бар, а мощность – в МВт только в редакторе данного объекта. Численное значение преобразуется для отображения, внутренний результат не пересчитывается, глобальный набор единиц проекта и единицы других объектов не изменяются. То же правило применяется к единицам входных

полей и точек характеристических кривых. Сводка рассчитанных параметров компрессора показана на рисунке 102.



Компрессор: Осевой компрессор Рассчитано ×

Ввод **Вывод** Рабочая книга Общие

Название: Осевой компрессор

**Сводка**

| Параметр                              | Значение | Ед  |
|---------------------------------------|----------|-----|
| Выходное давление                     | 10.61    | бар |
| Отношение давлений                    | 10.47    | -   |
| Перепад давления                      | 9.600    | бар |
| Выходная температура                  | 340.3    | °C  |
| Перепад температур                    | 323.3    | °C  |
| Потребляемая мощность                 | 21.49    | МВт |
| Изоэнтропический (адиабатический) КПД | 0.8257   | -   |
| Политропический КПД по Шульцу         | 0.8699   | -   |

Рисунок 102. Сводка рассчитанных параметров компрессора

«Рабочая книга» сопоставляет свойства и состав входного и выходного материальных потоков. Подвкладка «Состояния и свойства» помогает проверить изменение давления, температуры, расхода и других величин. Подвкладка «Состав» показывает компонентные составы. Кнопка выгрузки сохраняет доступные данные рабочей книги. Состояния и свойства потоков в рабочей книге компрессора показаны на рисунке 103. Состав потоков в рабочей книге компрессора показан на рисунке 104.

Компрессор: Осевой компрессор Рассчитано ×

Ввод Вывод **Рабочая книга** Общие

Название  
Осевой компрессор

Состояния и свойства Состав

| Параметр                | Воздух    | Поток 2   | Ед      |
|-------------------------|-----------|-----------|---------|
| Мольная доля            | 100.0     | 100.0     | %       |
| Массовая доля           | 100.0     | 100.0     | %       |
| Давление                | 1.013     | 10.61     | бар     |
| Температура             | 17.00     | 340.3     | °C      |
| Мольный расход          | 7949      | 7949      | кмоль/ч |
| Массовый расход         | 2.293E+05 | 2.293E+05 | кг/ч    |
| Объемный расход при T,P | 1.891E+05 | 3.832E+04 | м³/ч    |

Рисунок 103. Состояния и свойства потоков в рабочей книге компрессора

Компрессор: Осевой компрессор Рассчитано ×

Ввод Вывод **Рабочая книга** Общие

Название  
Осевой компрессор

Состояния и свойства **Состав**

Мольная доля Доля

| Компонент        | Воздух | Поток 2 | Ед |
|------------------|--------|---------|----|
| н-Бутан          | 0.000  | 0.000   | -  |
| Изобутан         | 0.000  | 0.000   | -  |
| н-Пентан         | 0.000  | 0.000   | -  |
| Изопентан        | 0.000  | 0.000   | -  |
| н-Гексан         | 0.000  | 0.000   | -  |
| Азот             | 0.7900 | 0.7900  | -  |
| Диоксид углерода | 0.000  | 0.000   | -  |
| Кислород         | 0.2100 | 0.2100  | -  |
| Вода             | 0.000  | 0.000   | -  |
| Метан            | 0.000  | 0.000   | -  |

Рисунок 104. Состав потоков в рабочей книге компрессора

Вкладка «Общие» использует стандартную для оборудования структуру. В разделе «Связи» показаны входной и выходной материальные потоки и поток мощности; карточки связей позволяют перейти к подключенному объекту. Кнопка «Удалить» удаляет объект со схемы и требует осознанного применения. Общие параметры и связи компрессора показаны на рисунке 105.

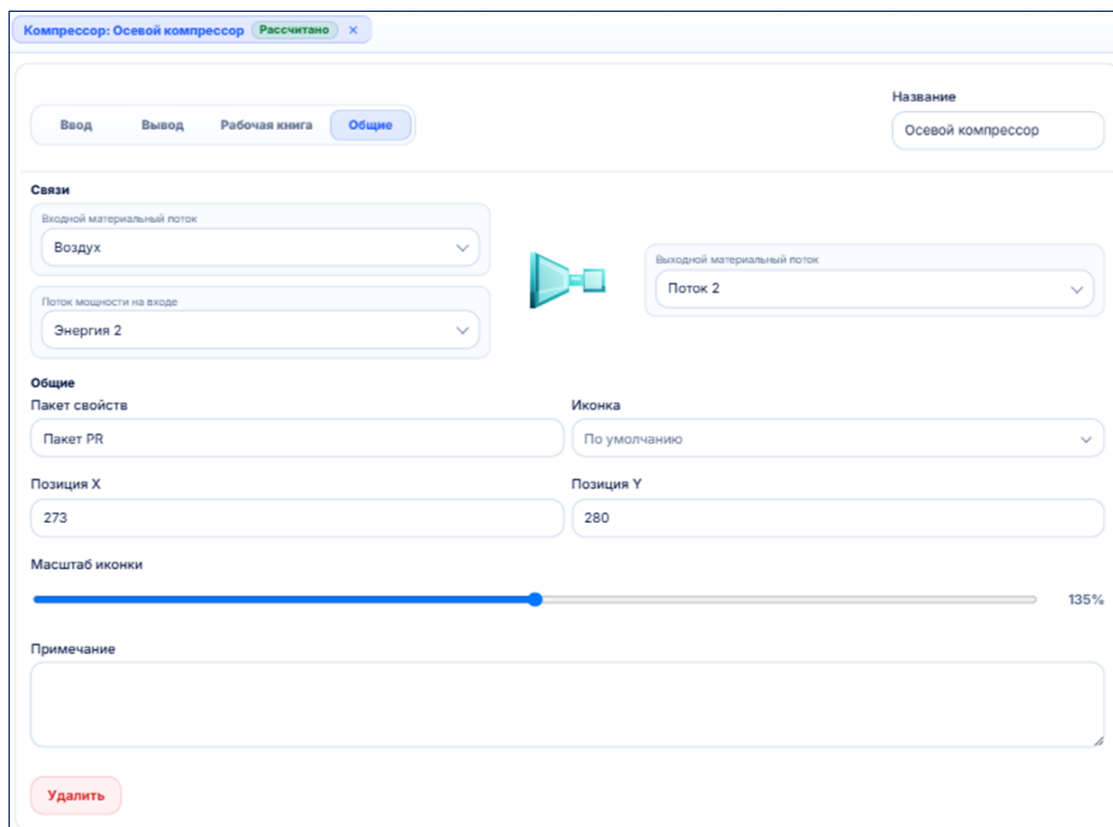


Рисунок 105. Общие параметры и связи компрессора

### Расчет компрессора по газодинамическим характеристикам

Режим «Характеристические кривые» предназначен для расчета по семейству кривых. Каждая кривая относится к определенной скорости вращения и содержит точки объемного расхода, удельной энергии и КПД. Пользователь задает рабочую скорость, выбирает активные кривые и запускает расчет. БАЗИС линейно интерполирует величины внутри скоростной кривой и между двумя скоростями; при выходе расхода или скорости за доступный диапазон применяется ближайшая крайняя точка и формируется предупреждение.

Скорости активных кривых должны быть уникальными, а расходы внутри одной кривой – строго возрастать. Не менее одной кривой остается активной: последнюю активную кривую отключить нельзя. Команда генерации создает исходное семейство на основании рабочей оценки; полученные точки являются редактируемыми проектными данными и требуют проверки по паспортным характеристикам оборудования. Семейство газодинамических характеристик компрессора показано на рисунке 106.



Компрессор: ЦК-02 2 Рассчитано ×

Ввод Вывод Рабочая книга Общие

Название  
ЦК-02 2

Режим расчета  
Характеристические кривые

Рабочая скорость  
3800 об/мин

Газодинамические характеристики Добавить кривую Сгенерировать кривые Суммарный график Помпаж / запыление

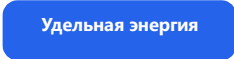
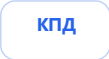
| Название кривой | Обороты      | Активно                                      | Действия                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|--------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Кривая 1        | 2 925 об/мин | <input checked="" type="checkbox"/> Включено |          |
| Кривая 2        | 3 315 об/мин | <input checked="" type="checkbox"/> Включено |          |
| Кривая 3        | 3 705 об/мин | <input checked="" type="checkbox"/> Включено |          |
| Кривая 4        | 3 900 об/мин | <input checked="" type="checkbox"/> Включено |          |
| Кривая 5        | 4 290 об/мин | <input checked="" type="checkbox"/> Включено |       |
| Кривая 6        | 4 680 об/мин | <input checked="" type="checkbox"/> Включено |    |

Рисунок 106. Семейство газодинамических характеристик компрессора

Элементы управления характеристическими кривыми приведены в таблице 69.

Таблица 69. Управление характеристическими кривыми компрессора

| Элемент интерфейса                   | Наименование              | Назначение и действия пользователя                                                                                                             |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>Характеристические кривые</div> | Характеристические кривые | Переключает компрессор на расчет по семейству газодинамических характеристик и рабочей скорости                                                |
| <div>Добавить кривую</div>           | Добавить кривую           | Создает новую скоростную кривую и открывает ее редактор для ручного ввода названия, скорости и точек                                           |
| <div>Сгенерировать кривые</div>      | Сгенерировать кривые      | Формирует начальное семейство кривых из доступной рабочей оценки. Перед расчетом проверьте скорости, диапазоны расхода, удельную энергию и КПД |
| <div>Суммарный график</div>          | Суммарный график          | Открывает совместный анализ активных кривых, рабочей точки, удельной энергии и КПД                                                             |

| Элемент интерфейса                                                                                                                                                    | Наименование                                 | Назначение и действия пользователя                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                      | <b>Помпаж / закирание</b>                    | Открывает редактор фактических и запасных границ рабочей области компрессора; доступны автоматический и ручной источники границ       |
|  Включено                                                                            | <b>Включено / Отключено</b>                  | Определяет участие кривой в интерполяции и анализе. Последняя активная кривая защищена от отключения                                  |
|                                                                                      | <b>Редактировать / Клонировать / Удалить</b> | Открывает редактор точек; создает копию кривой; удаляет кривую                                                                        |
|   | <b>Удельная энергия / КПД</b>                | Переключает показатель суммарного анализа. Точка эксплуатации и выбранная рабочая скорость сохраняются общими для обоих представлений |

### Редактор и анализ характеристических кривых компрессора

Окно «Анализ кривых» показывает текущий рабочий расход, удельную энергию, КПД и рабочую скорость. На графике удельной энергии каждая цветная линия соответствует своей скорости. Черная точка обозначает точку эксплуатации. При включенном отображении ограничений пунктирные линии показывают помпаж и закирание, а дополнительные линии – заданный запас. Красная область находится вне фактических границ, желтая – между фактической границей и границей запаса, зеленая – внутри рекомендуемой рабочей области. Анализ удельной энергии и рабочей области компрессора показан на рисунке 107.



Рисунок 107. Анализ эксплуатационной диаграммы компрессора

Переключатель «КПД» выводит зависимость политропического КПД по Шульцу от объемного расхода для тех же скоростей (рисунок 108).



Рисунок 108. Анализ КПД компрессора по характеристическим кривым

В «Редакторе кривой» задаются название, скорость и признак использования кривой в расчете. Таблица точек содержит объемный расход, удельную энергию и КПД; единицы выбираются непосредственно в заголовках столбцов и действуют локально для редактируемой кривой. Кнопка добавления создает точку, кнопка удаления в строке удаляет ее. Переключатели «Удельная энергия» и «КПД» изменяют отображаемую ординату графика. Пиктограмма карандаша на графике открывает общие настройки его представления и не заменяет редактирование исходных точек в таблице. Редактор скоростной характеристики компрессора показан на рисунке 109.

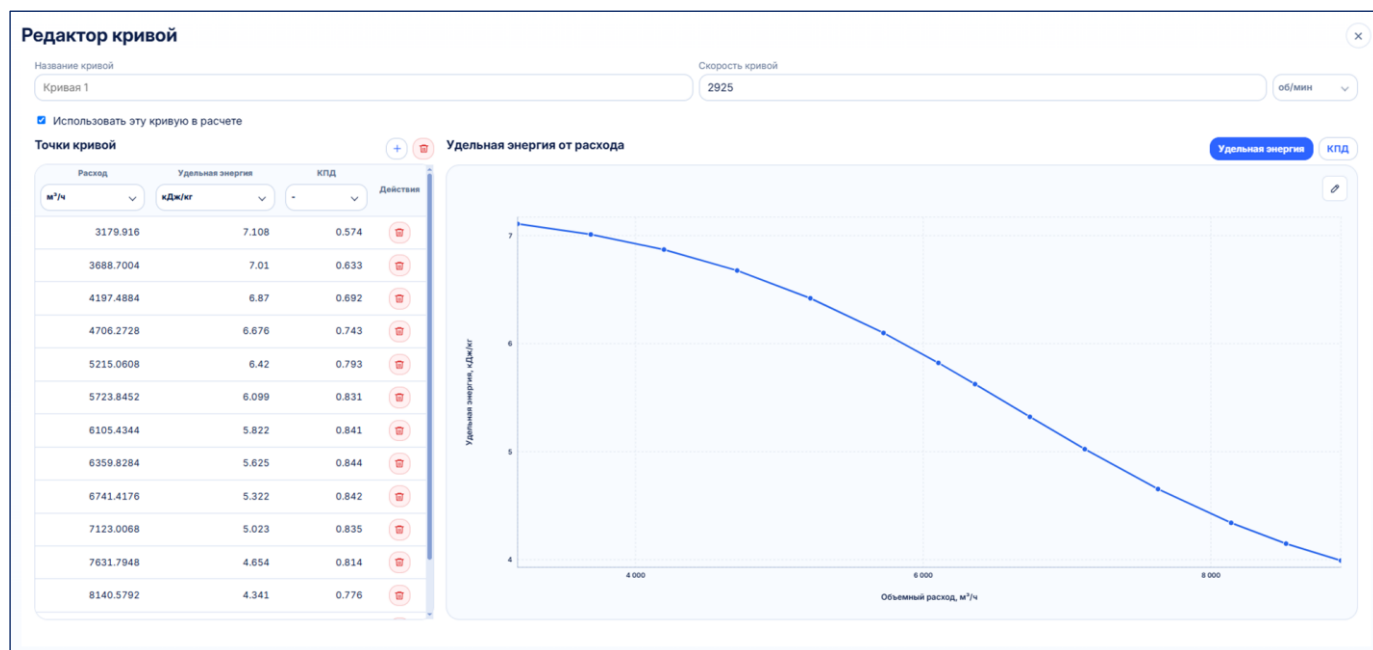


Рисунок 109. Редактор скоростной характеристики компрессора

Перед применением характеристик проверьте единицы и порядок точек, уникальность скоростей, активность требуемых кривых и расположение рабочей точки. Границы помпажа и запираания являются инженерными границами отображения и проверки, а не динамической моделью конкретной машины. Окончательное решение о допустимости режима принимается по паспортным данным и технологическим ограничениям оборудования.

### 3.10.4. НАСОС

Насос предназначен для повышения давления жидкого потока. В базовом режиме пользователь задает целевое выходное давление, отношение давлений или повышение давления и гидравлический КПД. Идеальная удельная гидравлическая энергия определяется по перепаду давления и плотности на входе, фактическая работа на валу – с учетом КПД; выходное состояние рассчитывается по давлению и энтальпии.

Альтернативный режим использует напорно-расходные характеристики. Для нескольких частот вращения задаются кривые зависимости напора от объемного расхода и КПД. БАЗИС интерполирует данные внутри кривой по расходу и между соседними частотами вращения. За пределами введенного диапазона применяется ближайшая крайняя точка с формированием предупреждения, поэтому рабочую точку следует проверять по диапазону исходных кривых.

Порядок расчета насоса по целевому давлению:

1. Подключите рассчитанный входной материальный поток, выходной материальный поток и энергетический поток.
2. На вкладке «Ввод» выберите режим расчета «Целевое давление», затем выберите спецификацию давления.
3. Введите выходное давление либо другой активный параметр давления, выберите единицу измерения и задайте гидравлический КПД.
4. Запустите расчет схемы и убедитесь, что в заголовке объекта отображается состояние «Рассчитано».

5. На вкладке «Вывод» проверьте выходное давление, отношение и повышение давления, выходную температуру, мощность на валу, КПД и рассчитанные значения напора. Задание насоса по целевому выходному давлению показано на рисунке 110.

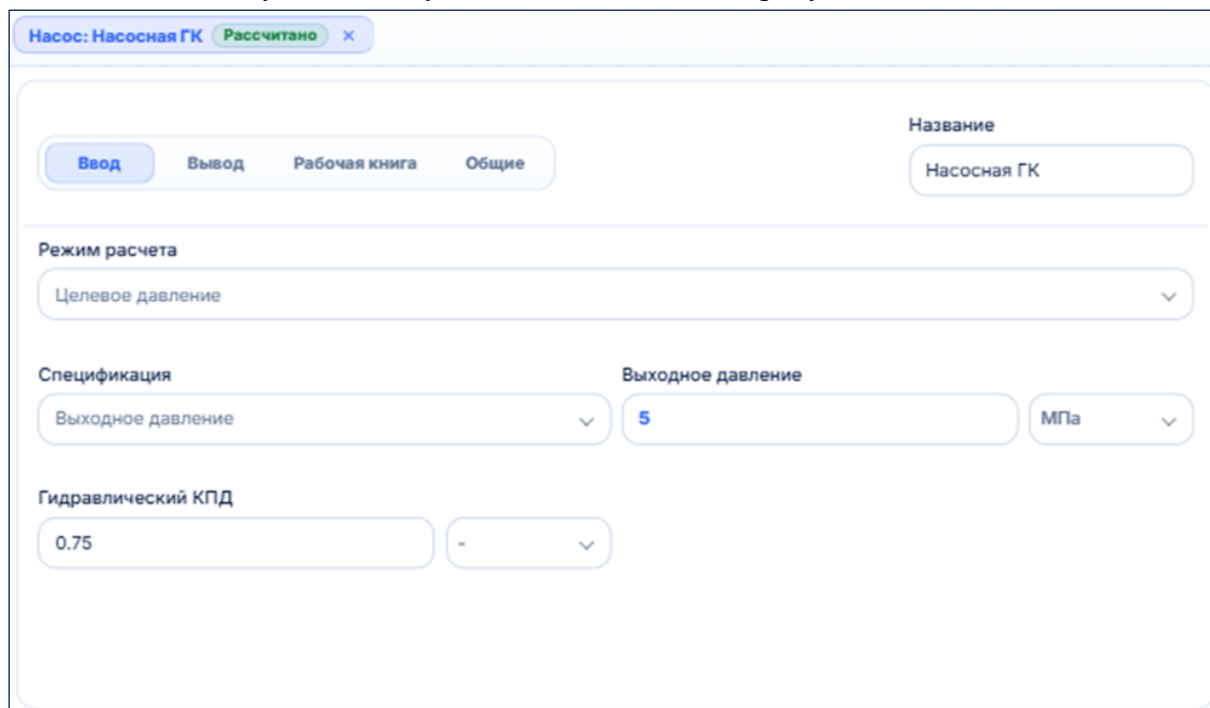


Рисунок 110. Задание насоса по целевому выходному давлению

Элементы редактора насоса и порядок их использования приведены в таблице 70. Результаты расчета насоса показаны на рисунке 111.

Таблица 70. Элементы редактора насоса

| Раздел или элемент | Назначение                                     | Действия пользователя и результат                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим расчета      | Выбирает способ определения рабочей точки      | Используйте целевое давление для прямого задания давления или режим напорно-расходных характеристик для расчета по кривым насоса |
| Спецификация       | Определяет активный параметр давления          | В зависимости от режима задайте выходное давление, отношение давлений, повышение давления или другой доступный параметр          |
| Выходное давление  | Задаёт давление нагнетания                     | Введите положительное значение выше давления на входе и выберите единицу измерения                                               |
| Гидравлический КПД | Учитывает потери при передаче энергии жидкости | Введите значение в допустимом диапазоне. Уменьшение КПД повышает требуемую работу на валу при том же перепаде давления           |

| Раздел или элемент               | Назначение                                           | Действия пользователя и результат                                                                                                                                               |
|----------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Напорно-расходные характеристики | Определяют напор и КПД по расходу и частоте вращения | Создайте одну или несколько активных кривых, задайте точки «расход – напор – КПД» и частоту вращения каждой кривой. Проверьте, что рабочая точка находится в покрытом диапазоне |
| Вывод                            | Показывает рассчитанное состояние насоса             | Проверьте давление и температуру на выходе, повышение и отношение давлений, мощность на валу, удельную работу, гидравлическую энергию и напор                                   |
| Единицы в выводе                 | Локально изменяют представление результата           | Выберите нужную единицу непосредственно в строке параметра. Глобальный набор единиц проекта и результаты расчета при этом не изменяются                                         |

Насос: Насосная ГК
Рассчитано
×

Ввод
Вывод
Рабочая книга
Общие

Название  
Насосная ГК

Сводка

| Параметр                              | Значение | Ед     |
|---------------------------------------|----------|--------|
| Выходное давление                     | 50       | бар    |
| Отношение давлений                    | 1,6892   | -      |
| Повышение давления                    | 20,4     | бар    |
| Выходная температура                  | 30,7696  | °C     |
| Потребляемая мощность на валу         | 107,0783 | кВт    |
| Гидравлический КПД                    | 0,75     | -      |
| Удельная работа на валу               | 3,9324   | кДж/кг |
| Удельная гидравлическая энергия       | 2,9493   | кДж/кг |
| Эквивалентный напор по работе на валу | 400,9967 | м      |
| Напор насоса                          | 300,7475 | м      |

Рисунок 111. Результаты расчета насоса

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При расчете по характеристикам используйте паспортные или проверенные проектные кривые в согласованных единицах

### 3.10.5. ДЕТАНДЕР

Детандер расширяет материальный поток и вырабатывает мощность. По структуре редактора он относится к вращающемуся оборудованию. Входные параметры детандера показаны на рисунке 112.

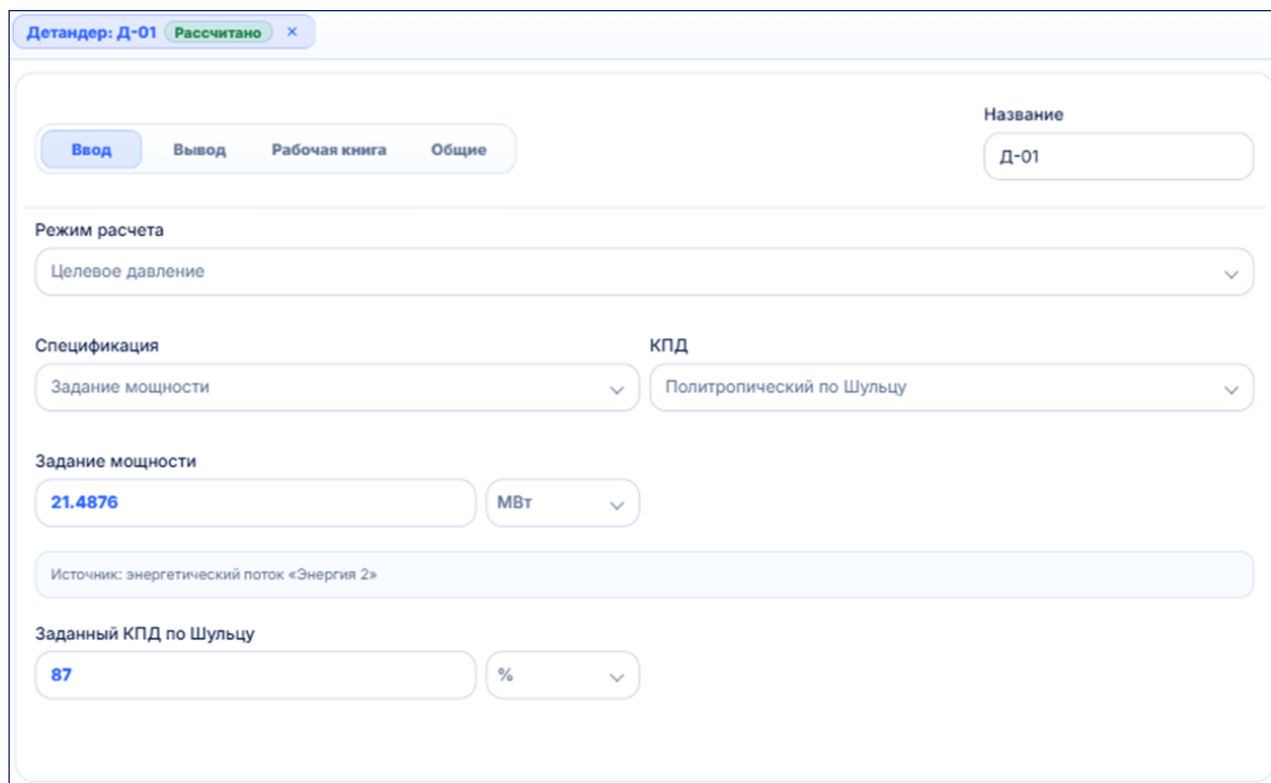


Рисунок 112. Входные параметры детандера

Назначение элементов редактора детандера приведено в таблице 71.

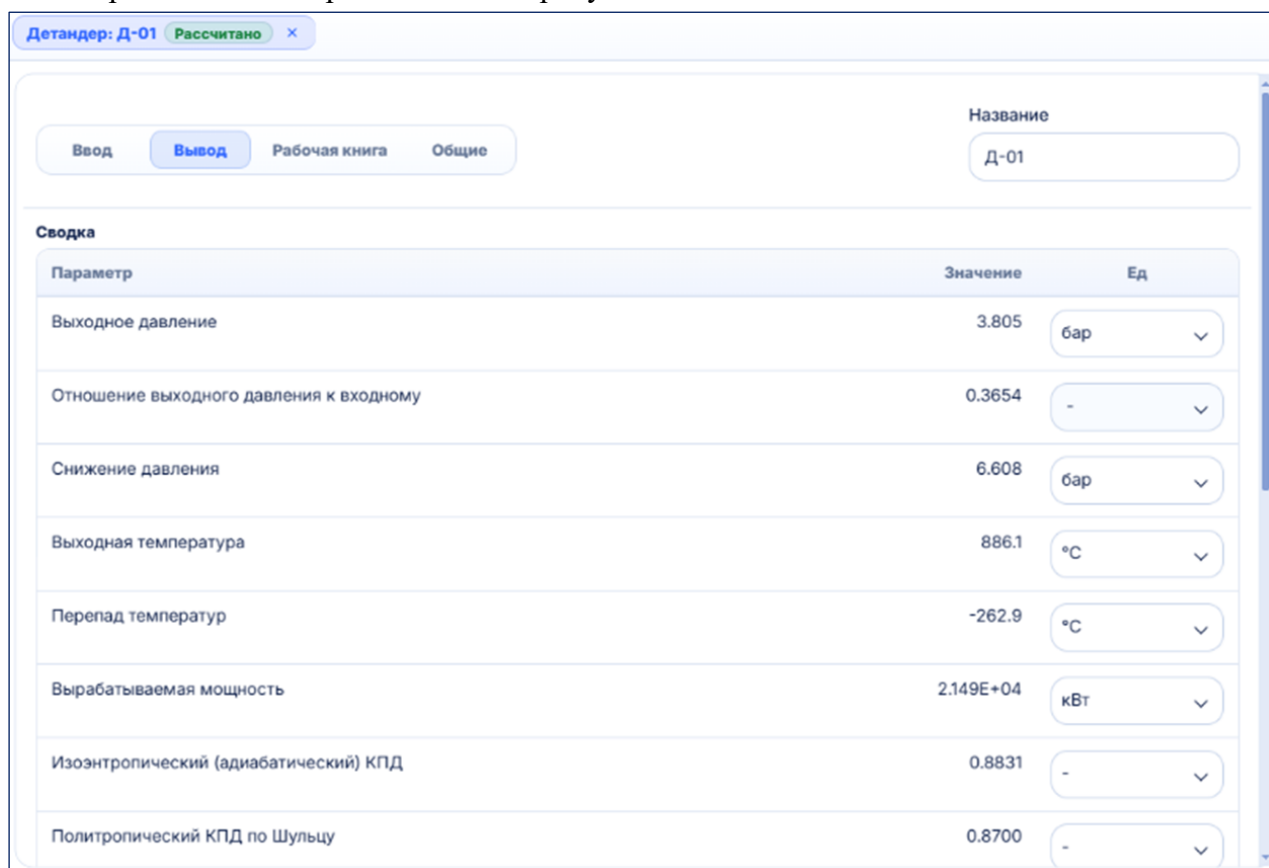
Таблица 71. Элементы редактора детандера

| Элемент или раздел | Назначение                      | Порядок работы и результат                                                                                                                          |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим расчета      | Выбор расчетной модели          | «Целевое давление» использует заданную нагрузку по давлению или мощности; «Характеристические кривые» использует семейство скоростных характеристик |
| Спецификация       | Выбор независимой нагрузки      | Для детандера доступны «Выходное давление», «Снижение давления» и «Задание мощности»                                                                |
| КПД                | Модель эффективности расширения | Выберите изоэнтропический (адиабатический) КПД или политропический КПД по Шульцу                                                                    |



| Элемент или раздел                | Назначение                          | Порядок работы и результат                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Источник энергетической установки | Связь с энергетическим потоком      | Если мощность управляется энергетическим потоком, поле становится зависимым                                                                |
| Вывод                             | Результаты расширения               | Показывает выходное давление и температуру, снижение давления, вырабатываемую мощность, КПД, удельные работы, напоры и показатели процесса |
| Рабочая книга                     | Сравнение входа и выхода            | Используйте для проверки сохранения расхода, изменения состояния и состава входного и выходного потоков                                    |
| Общие                             | Материальные и энергетические связи | Показывает вход, выход, энергетический порт, пакет свойств и параметры представления объекта                                               |

На вкладке «Вывод» проверьте выходные давление и температуру, снижение давления, вырабатываемую мощность, выбранный показатель КПД и удельные характеристики процесса. Результаты расчета детандера показаны на рисунке 113.



Детандер: Д-01 Рассчитано ×

Название: Д-01

Ввод **Вывод** Рабочая книга Общие

**Сводка**

| Параметр                                | Значение  | Ед  |
|-----------------------------------------|-----------|-----|
| Выходное давление                       | 3.805     | бар |
| Отношение выходного давления к входному | 0.3654    | -   |
| Снижение давления                       | 6.608     | бар |
| Выходная температура                    | 886.1     | °C  |
| Перепад температур                      | -262.9    | °C  |
| Вырабатываемая мощность                 | 2.149E+04 | кВт |
| Изоэнтропический (адиабатический) КПД   | 0.8831    | -   |
| Политропический КПД по Шульцу           | 0.8700    | -   |

Рисунок 113. Результаты расчета детандера

### 3.10.6. ДВУХФАЗНЫЙ СЕПАРАТОР

Двухфазный сепаратор предназначен для равновесного разделения рассчитанного входного потока на паровой и жидкий продукты. После флэш-расчета БАЗИС может учесть неидеальное разделение: унос жидкости в паровой продукт и унос пара в жидкий продукт. Если одна из фаз отсутствует, соответствующий выход может иметь нулевой расход без нарушения материального баланса.

Порядок настройки и проверки двухфазного сепаратора:

1. Подключите рассчитанный входной материальный поток, паровой и жидкий выходные потоки. При необходимости подключите энергетический поток.
2. На вкладке «Ввод» задайте падение давления и при необходимости тепловую нагрузку через энергетический поток.
3. Выберите режим уноса: «Без уносов», «От входа», «От выхода» или «По корреляции». Дополнительные поля отображаются в соответствии с выбранным режимом.
4. Для ручного задания выберите спецификацию «Доля» или «Расход», затем базу представления и значения «Жидкость в паре» и «Пар в жидкости». Для долей приложение ограничивает значения доступным количеством соответствующей фазы.
5. Запустите расчет и проверьте вкладку «Вывод». В разделе «Детали уноса» сопоставьте заданные значения, идеальные фазовые расходы и фактически перенесенное количество фазы. Входные параметры двухфазного сепаратора с учетом уноса фаз показаны на рисунке 114.

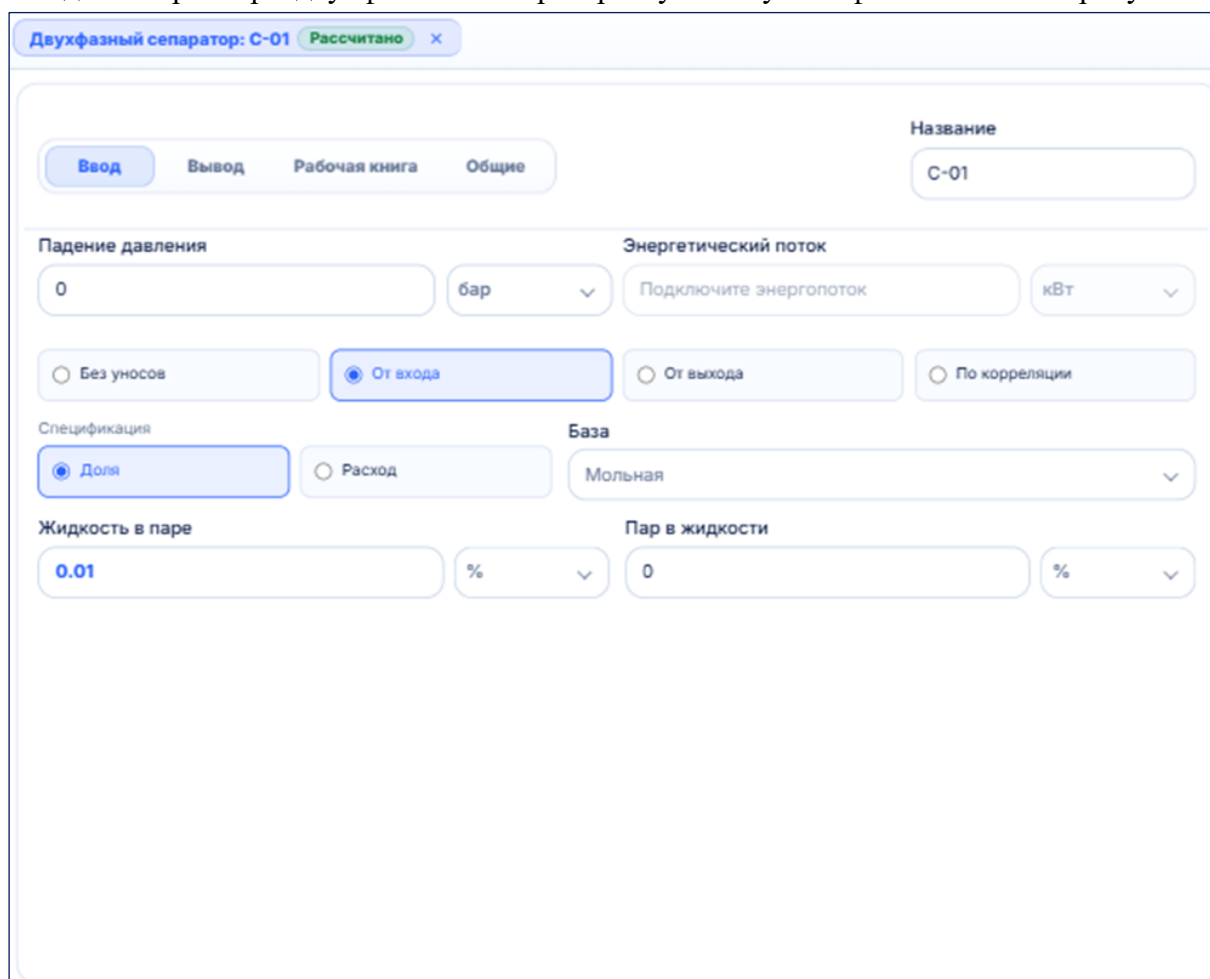


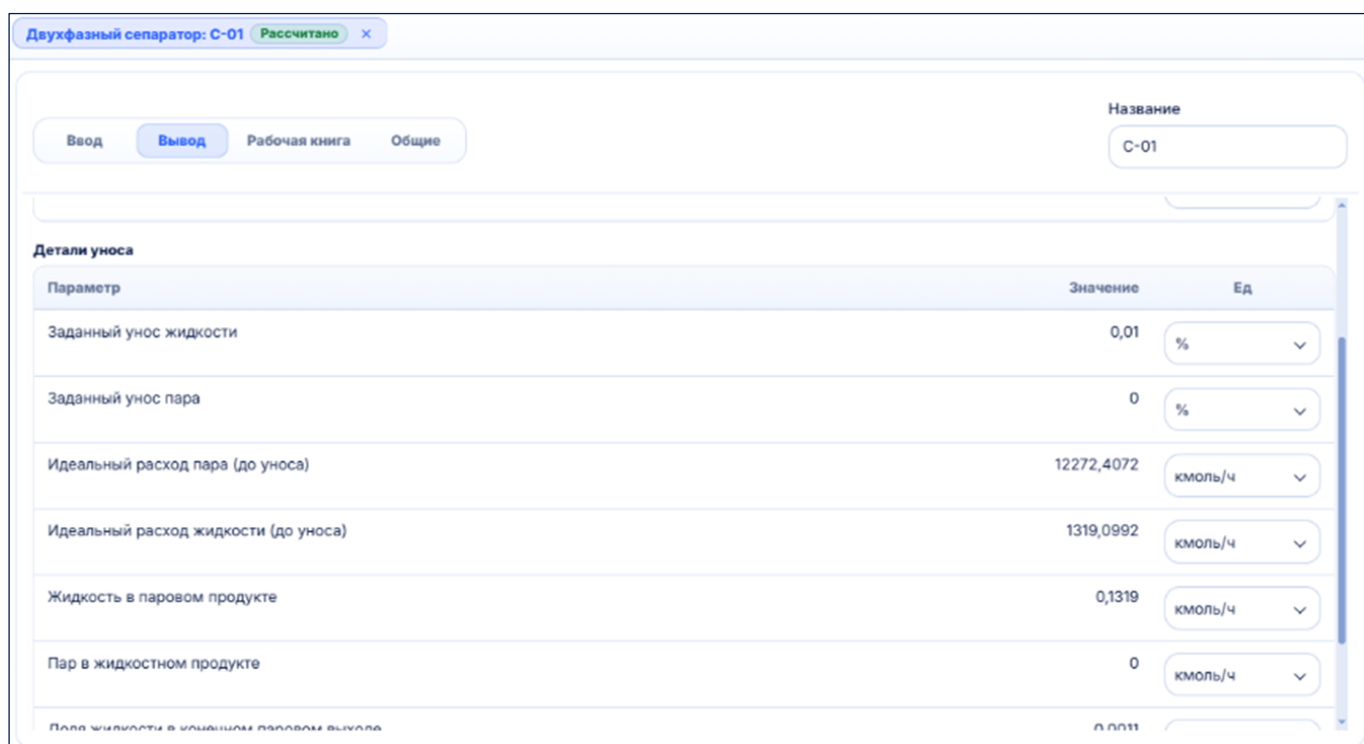
Рисунок 114. Входные параметры двухфазного сепаратора с учетом уноса фаз

Параметры двухфазного сепаратора и настройки уноса фаз приведены в таблице 72. Детали уноса в результатах двухфазного сепаратора показаны на рисунке 115.

Таблица 72. Элементы редактора двухфазного сепаратора

| Раздел или элемент    | Назначение                            | Действия пользователя и результат                                                                                                                                                    |
|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Падение давления      | Определяет давление сепарации         | Введите неотрицательное значение и выберите единицу измерения. При слишком низком расчетном давлении приложение применяет допустимое минимальное давление и формирует предупреждение |
| Энергетический поток  | Задаёт тепловую нагрузку              | Подключите энергетический поток для учета подвода или отвода энергии. При отсутствии связи расчет выполняется с нулевой тепловой нагрузкой                                           |
| Без уносов            | Идеальное разделение                  | Паровой и жидкий продукты соответствуют результату флэш-расчета без взаимного переноса фаз                                                                                           |
| От входа              | Унос относительно исходной фазы       | Заданное значение относится к идеальному количеству соответствующей фазы до уноса                                                                                                    |
| От выхода             | Унос относительно конечного продукта  | Заданное значение относится к конечной доле соответствующей фазы в принимающем выходном продукте                                                                                     |
| По корреляции         | Расчет уноса капель                   | Использует доступные параметры геометрии аппарата, распределения размеров капель, сопротивления и каплеуловителя. После выбора заполните появившиеся обязательные поля               |
| Спецификация «Доля»   | Ручное задание относительного уноса   | Введите значения в процентах. База определяет, относится ли доля к молярному, массовому или объемному количеству фазы                                                                |
| Спецификация «Расход» | Ручное задание абсолютного уноса      | Введите расход переносимой фазы и выберите подходящую базу и единицу измерения. Перед расчетом значение приводится к внутреннему молярному расходу                                   |
| База                  | Определяет способ представления уноса | Выберите молярную, массовую или доступную объемную базу. Состав списка зависит от типа спецификации                                                                                  |
| Жидкость в паре       | Унос жидкости в паровой продукт       | Задайте долю или расход жидкой фазы, попадающей в паровой выход                                                                                                                      |

| Раздел или элемент | Назначение                                 | Действия пользователя и результат                                                                                              |
|--------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пар в жидкости     | Унос пара в жидкий продукт                 | Задайте долю или расход паровой фазы, попадающей в жидкий выход                                                                |
| Детали уноса       | Проверка пересчета уноса                   | Сопоставьте заданные значения, идеальные расходы фаз до уноса и количество каждой фазы, перенесенное в другой выходной продукт |
| Единицы в выводе   | Локально изменяют представление результата | Выберите нужную единицу непосредственно в строке параметра. Глобальные единицы проекта при этом не изменяются                  |



| Параметр                              | Значение   | Ед      |
|---------------------------------------|------------|---------|
| Заданный унос жидкости                | 0,01       | %       |
| Заданный унос пара                    | 0          | %       |
| Идеальный расход пара (до уноса)      | 12272,4072 | кмоль/ч |
| Идеальный расход жидкости (до уноса)  | 1319,0992  | кмоль/ч |
| Жидкость в паровом продукте           | 0,1319     | кмоль/ч |
| Пар в жидкостном продукте             | 0          | кмоль/ч |
| Доля жидкости в жидком паровом выходе | 0,0011     |         |

Рисунок 115. Детали уноса в результатах двухфазного сепаратора

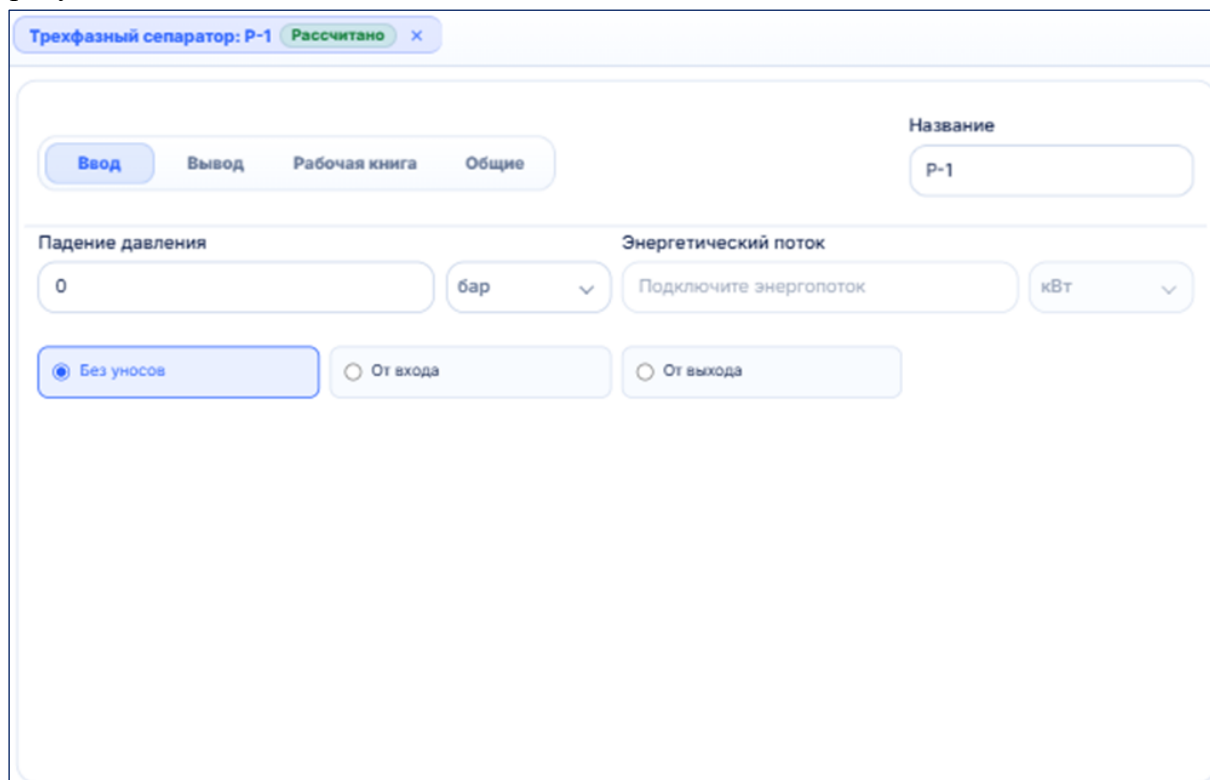
### 3.10.7. ТРЕХФАЗНЫЙ СЕПАРАТОР

Трехфазный сепаратор предназначен для равновесного разделения рассчитанного входного потока на паровой продукт, продукт легкой жидкости и продукт тяжелой жидкости. Сначала выполняется флэш-расчет при давлении сепарации и заданной тепловой нагрузке, затем жидкая часть разделяется на две жидкие фазы. Наименования легкой и тяжелой жидкости назначаются по рассчитанным плотностям продуктов.

Порядок настройки и проверки трехфазного сепаратора:

1. Подключите рассчитанный входной материальный поток и три выходных потока: паровой, легкой жидкости и тяжелой жидкости. При необходимости подключите энергетический поток.
2. На вкладке «Ввод» задайте падение давления и выберите единицу измерения. Давление сепарации определяется с учетом указанного падения давления.

3. Выберите режим учета уносов. Режим «Без уносов» соответствует идеальному фазовому разделению; режимы «От входа» и «От выхода» задают базу интерпретации ручных параметров уноса.
4. Запустите расчет схемы. Проверьте состояние объекта и сообщения расчета; при отсутствии обязательного входа или при некорректных исходных данных устранили замечания и повторите расчет.
5. На вкладке «Вывод» проверьте давление и температуру на выходе, энергетический поток и расходы трех фазовых продуктов. Входные параметры трехфазного сепаратора показаны на рисунке 116.



Трехфазный сепаратор: P-1 Рассчитано ×

Название: P-1

Ввод Вывод Рабочая книга Общие

Падение давления: 0 бар

Энергетический поток: Подключите энергопоток кВт

☒ Без уносов ☐ От входа ☐ От выхода

Рисунок 116. Входные параметры трехфазного сепаратора

Параметры трехфазного сепаратора и порядок их проверки приведены в таблице 73. Результаты расчета трехфазного сепаратора показаны на рисунке 117.

Таблица 73. Элементы редактора трехфазного сепаратора

| Раздел или элемент   | Назначение                              | Действия пользователя и результат                                                                                                                   |
|----------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Падение давления     | Определяет снижение давления в аппарате | Введите неотрицательное значение и выберите единицу измерения. Результирующее давление отображается на вкладке «Вывод»                              |
| Энергетический поток | Передаёт или отводит тепловую нагрузку  | Подключите энергетический поток, если расчет должен учитывать подвод или отвод энергии. При отсутствии связи используется нулевая тепловая нагрузка |

| Раздел или элемент | Назначение                                  | Действия пользователя и результат                                                                                                      |
|--------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Без уносов         | Идеальное фазовое разделение                | Выберите режим, если паровой, легкий жидкий и тяжелый жидкий продукты должны формироваться без взаимного уноса фаз                     |
| От входа           | Задаёт унос относительно исходной фазы      | Используйте, когда значение уноса интерпретируется как часть идеального количества соответствующей исходной фазы до смешения продуктов |
| От выхода          | Задаёт унос относительно конечного продукта | Используйте, когда значение уноса интерпретируется как требуемая доля соответствующей фазы в принимающем выходном продукте             |
| Вывод              | Показывает расчетное состояние сепаратора   | Проверьте давление, температуру, энергетический поток и расходы парового, легкого жидкого и тяжелого жидкого продуктов                 |
| Единицы в выводе   | Локально изменяют представление результата  | Выберите нужную единицу в строке параметра. Это не изменяет глобальный набор единиц проекта и не запускает новый расчет                |

Трехфазный сепаратор: P-1
Рассчитано
×

Ввод
Вывод
Рабочая книга
Общие

Название  
P-1

| Параметр                         | Значение | Ед      |
|----------------------------------|----------|---------|
| Давление на выходе               | 58       | бар     |
| Температура на выходе            | 32,6655  | °C      |
| Энергетический поток             | 0        | кВт     |
| Расход парового продукта         | 369,5501 | кмоль/ч |
| Расход продукта легкой жидкости  | 850,1788 | кмоль/ч |
| Расход продукта тяжелой жидкости | 99,2384  | кмоль/ч |

Рисунок 117. Результаты расчета трехфазного сепаратора

### 3.10.8. КОМПОНЕНТНЫЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ

Компонентный разделитель предназначен для независимого распределения компонентов одного входного материального потока между двумя или несколькими выходными потоками. Для каждой строки состава пользователь задает коэффициенты распределения по выходным ветвям. Значение в колонке «Заданная сумма» служит контрольной суммой коэффициентов для соответствующего компонента; в типовой настройке вся входная величина компонента распределяется при сумме, равной 1.

Порядок настройки компонентного разделителя:

1. Добавьте объект «Компонентный разделитель» на схему, подключите входной и требуемое количество выходных материальных потоков, затем откройте карточку объекта.
  2. На вкладке «Ввод» задайте режим давления и его спецификацию, затем задайте тепловой режим и соответствующую температурную спецификацию.
  3. В таблице «Распределение компонентов» для каждого компонента задайте коэффициенты по выходным потокам. Кнопки «0» и «1» позволяют быстро назначить крайние значения выбранным строкам.
  4. Оставьте поле «авто» для одной ветви, если остаточный коэффициент должен быть вычислен из заданной суммы. Не задавайте противоречивые коэффициенты вручную во всех ветвях.
  5. Проверьте колонку «Заданная сумма» для каждой строки и запустите расчет схемы.
  6. На вкладке «Вывод» проверьте давление, температуру, тепловую нагрузку и расходы каждого выходного потока. При необходимости откройте карточки потоков и проверьте их составы.
- Настройка компонентного разделителя показана на рисунке 118.

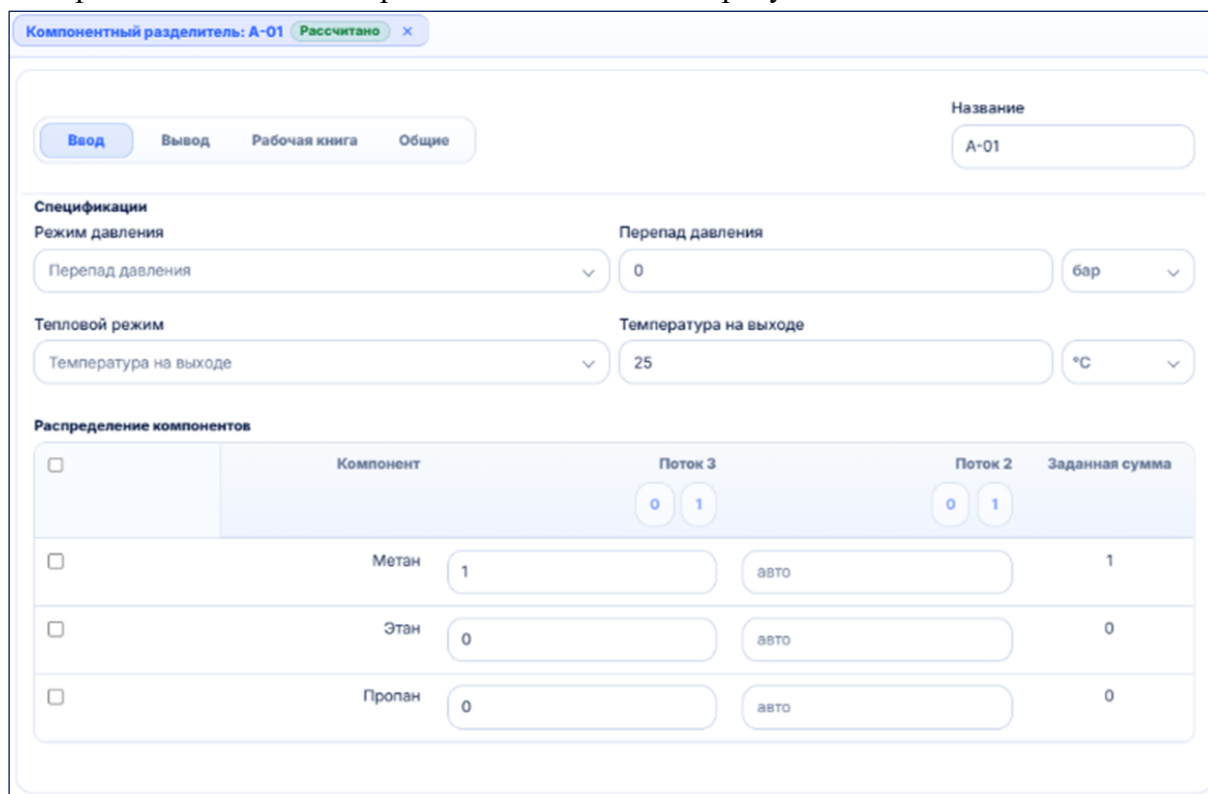


Рисунок 118. Настройка компонентного разделителя

Настройки распределения компонентов между выходными потоками приведены в таблице 74. Результаты расчета компонентного разделителя показаны на рисунке 119.



Таблица 74. Элементы ввода компонентного разделителя

| Раздел или элемент       | Назначение                                                                                       | Действия пользователя и результат                                                                                   |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим давления           | Определяет способ задания давления выходных потоков                                              | Выберите доступный режим и задайте соответствующую величину, например перепад давления                              |
| Перепад давления         | Задаёт изменение давления относительно входного потока                                           | Проверьте знак, число и единицу давления                                                                            |
| Тепловой режим           | Определяет способ задания теплового состояния выходных потоков                                   | В показанном режиме задается температура на выходе                                                                  |
| Температура на выходе    | Задаёт общую температурную спецификацию выходных потоков                                         | Выберите требуемую единицу и проверьте технологическую достижимость                                                 |
| Строка компонента        | Содержит коэффициенты распределения одного компонента по выходным потокам                        | Настройте каждую строку независимо; не переносите коэффициент одного компонента на другой без инженерного основания |
| Колонки выходных потоков | Соответствуют подключенным выходным ветвям разделителя                                           | Сопоставьте имя колонки с потоком на схеме перед вводом коэффициентов                                               |
| Кнопки «0» и «1»         | Быстро присваивают выбранным строкам нулевой или единичный коэффициент для соответствующей ветви | Используйте флажки строк для группового назначения                                                                  |
| Поле «авто»              | Автоматически определяет остаточный коэффициент распределения по заданной сумме                  | Оставляйте автоматическим только одно зависимое значение в строке                                                   |
| Заданная сумма           | Показывает контрольную сумму коэффициентов распределения компонента                              | Для полного распределения входного компонента типовое значение равно 1                                              |
| Название                 | Задаёт отображаемое имя объекта                                                                  | Используйте уникальное технологическое обозначение                                                                  |

Компонентный разделитель: А-01 Рассчитано ×

Ввод **Вывод** Рабочая книга Общие

Название: А-01

Давление на выходе: 22 бар

Температура на выходе: 25 °C

Тепловая нагрузка: -6,8578 кВт

Выходные потоки

| # | Поток   | Массовый расход<br>кг/ч | Молярный расход<br>кмоль/ч |
|---|---------|-------------------------|----------------------------|
| 1 | Поток 3 | 21,8797                 | 1,3638                     |
| 2 | Поток 2 | 101,1203                | 2,7268                     |

Рисунок 119. Результаты расчета компонентного разделителя

Показатели вкладки «Вывод» компонентного разделителя приведены в таблице 75.

Таблица 75. Элементы вкладки «Вывод» компонентного разделителя

| Раздел или элемент       | Назначение                                                                      | Действия пользователя и результат                                                         |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Давление на выходе       | Показывает рассчитанное давление выходных потоков                               | Сопоставьте с заданным режимом давления и ограничениями последующего оборудования         |
| Температура на выходе    | Показывает рассчитанную температуру выходных потоков                            | Сопоставьте с тепловой спецификацией объекта                                              |
| Тепловая нагрузка        | Показывает тепловой эффект, требуемый для выполнения заданного теплового режима | Учитывайте принятую в проекте знаковую конвенцию и выбранную единицу                      |
| Таблица выходных потоков | Показывает номер ветви, имя потока, массовый и молярный расходы                 | Проверьте наличие всех подключенных ветвей и материальный баланс                          |
| Списки единиц            | Изменяют единицы отображения расходов и результатов                             | Локальная смена единицы не изменяет глобальный набор единиц проекта                       |
| Составы выходных потоков | Доступны в карточках соответствующих материальных потоков                       | После расчета убедитесь, что каждый компонент распределен согласно заданным коэффициентам |

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Компонентный разделитель не выполняет фазовое равновесное разделение. Он распределяет компоненты по заданным коэффициентам; для моделирования фазового разделения используйте соответствующий сепаратор.

### 3.10.9. КОЛОННА

Колонна предназначена для многоступенчатого разделения многокомпонентных смесей. Расчет выполняется по теоретическим тарелкам с учетом выбранного пакета свойств, давления, потоков питания и продуктов, энергетических связей, независимых спецификаций и заданного КПД тарелок.

В отличие от аппаратов с одной расчетной ступенью, колонна требует согласованной настройки топологии и степеней свободы. Перед запуском расчета необходимо подключить обязательные материальные и энергетические потоки и задать ровно столько независимых активных спецификаций, сколько требуется выбранной конфигурации.

Рекомендуемый порядок настройки и проверки колонны:

1. Добавьте колонну на схему и задайте ее название.
2. На вкладке «Конфигурация» выберите тип колонны, число теоретических тарелок, верхнее и нижнее устройства, подключите потоки питания и продуктов, а также энергетические потоки конденсатора и ребойлера.
3. При необходимости настройте боковые отборы, боковые тепловые нагрузки и циркуляционные орошения.
4. На вкладке «Параметры» задайте профиль давления, рабочие спецификации и КПД Мерффри. Убедитесь, что показатель «Оставшиеся степени свободы» равен нулю.
5. Запустите расчет схемы. Проверьте статус колонны, материальный и энергетический балансы, невязки спецификаций, профили по тарелкам и график сходимости.

Конфигурация колонны и ее потоковые связи показана на рисунке 120.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Нумерация тарелок выполняется сверху вниз: тарелка 1 расположена у верха колонны, а последняя тарелка – у куба. Подключаемая тарелка должна соответствовать физическому назначению питания, продукта или вспомогательного контура.

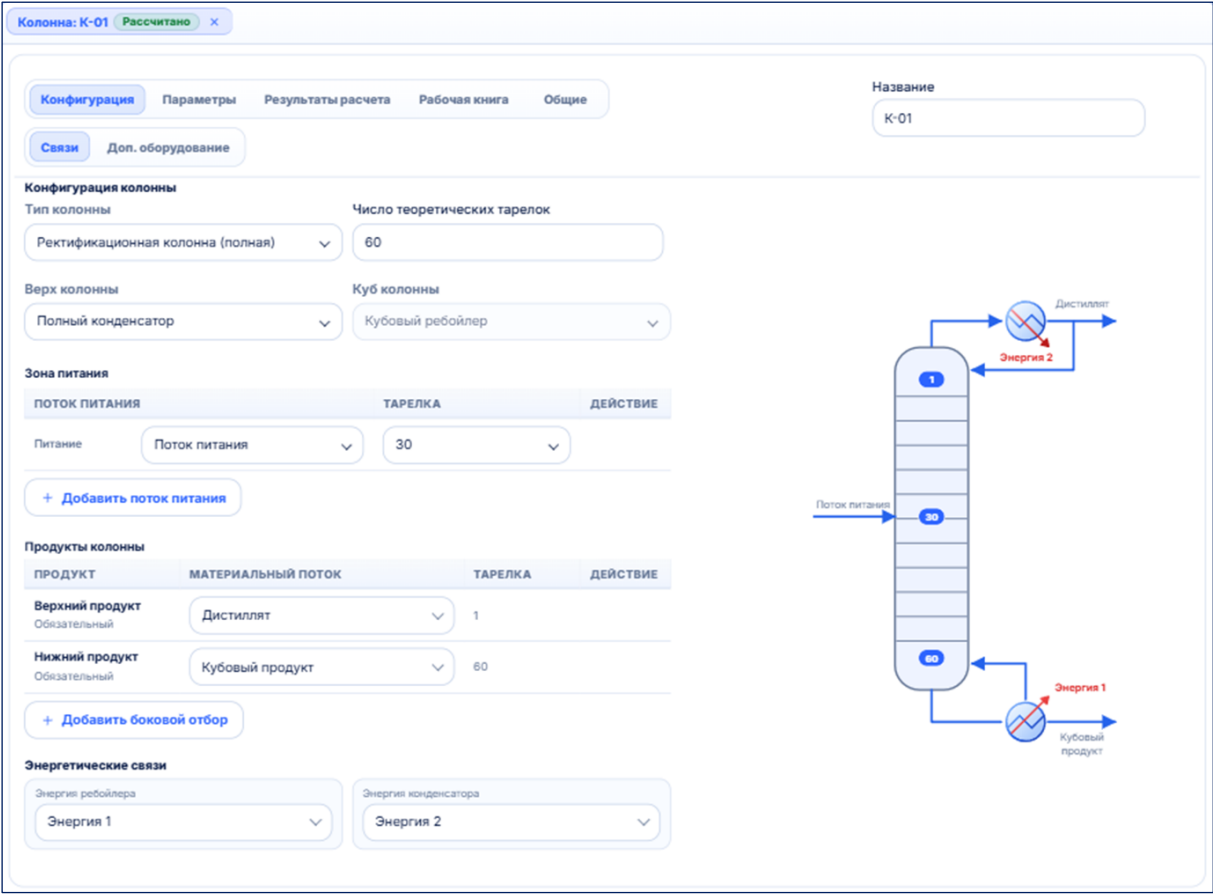


Рисунок 120. Конфигурация колонны и ее потоковые связи

Элементы конфигурации колонны и ее потоковые связи приведены в таблице 76.

Таблица 76. Элементы конфигурации колонны

| Раздел или элемент          | Назначение                                               | Действия пользователя и результат                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип колонны                 | Определяет топологию и состав обязательного оборудования | Выберите один из четырех вариантов текущего интерфейса: «Ректификационная колонна (полная)», «Абсорбер», «Колонна с ребойлером» или «Колонна с дефлегматором». Выбранный вариант определяет обязательные верхнее и нижнее оборудование, продуктовые и энергетические связи. |
| Число теоретических тарелок | Задаёт число расчетных равновесных ступеней              | Введите положительное целое число. Изменение числа тарелок влияет на доступные номера ступеней подключений, профили и размер расчетной задачи                                                                                                                               |
| Верх колонны                | Определяет тип верхнего устройства                       | Для полного конденсатора весь пар верха конденсируется; система формирует дистиллят и возвращаемую флегму                                                                                                                                                                   |

| Раздел или элемент   | Назначение                                                   | Действия пользователя и результат                                                                                                     |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Куб колонны          | Определяет тип нижнего устройства                            | Кубовый ребойлер подводит теплоту, формирует восходящий пар и кубовый продукт                                                         |
| Зона питания         | Связывает материальный поток питания с тарелкой              | Выберите поток и номер тарелки. Кнопка «Добавить поток питания» позволяет подключить несколько питаний                                |
| Продукты колонны     | Связывает обязательные и дополнительные продукты с тарелками | Выберите верхний и нижний материальные потоки. Кнопка «Добавить боковой отбор» создает дополнительный продукт с промежуточной тарелки |
| Энергия ребойлера    | Связывает тепловую нагрузку куба с энергетическим потоком    | Выберите энергетический поток, через который передается рассчитанная или заданная нагрузка ребойлера                                  |
| Энергия конденсатора | Связывает тепловую нагрузку верха с энергетическим потоком   | Выберите энергетический поток, через который передается нагрузка конденсатора                                                         |
| Схема колонны        | Показывает текущую топологию и точки подключения             | Используйте схему для визуальной проверки номеров тарелок, направлений потоков и энергетических связей                                |

В режиме «Доп. оборудование» настраиваются дополнительные энергетические воздействия на промежуточных тарелках. Эти элементы добавляются только при наличии соответствующего технологического решения. Дополнительное оборудование колонны показано на рисунке 121.

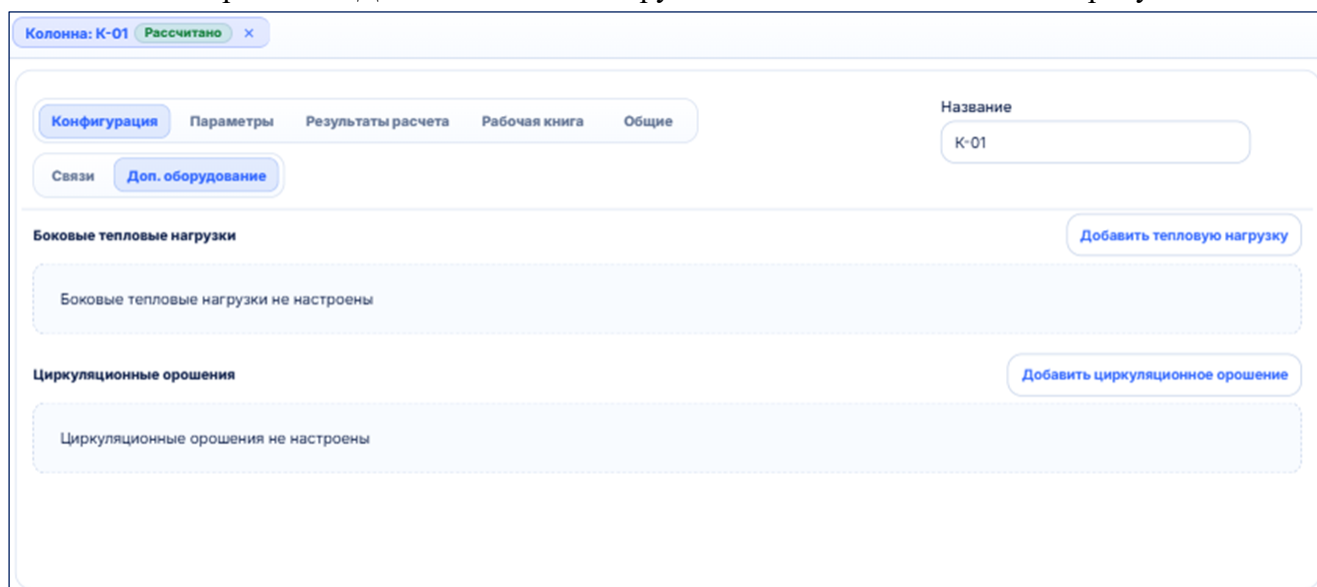


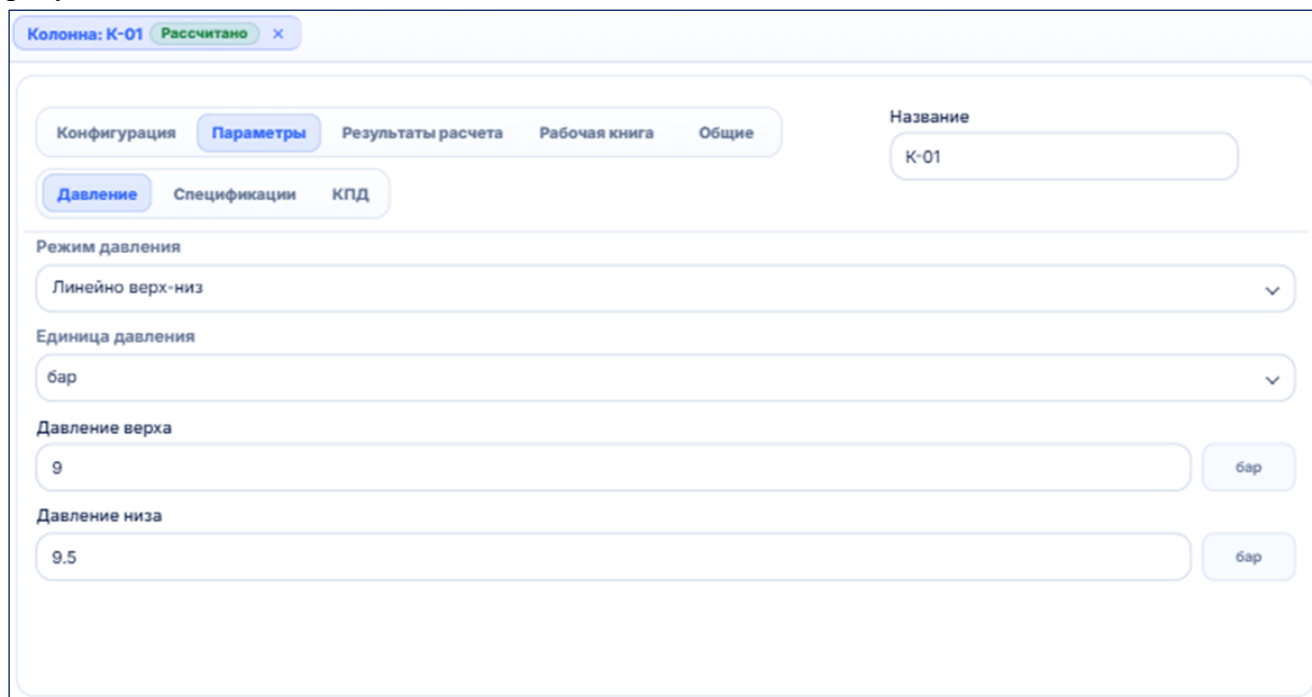
Рисунок 121. Дополнительное оборудование колонны

Варианты дополнительного оборудования колонны и порядок их настройки приведены в таблице 77.

Таблица 77. Элементы дополнительного оборудования колонны

| Раздел или элемент        | Назначение                                               | Действия пользователя и результат                                                                                                                       |
|---------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Боковые тепловые нагрузки | Задают подвод или отвод теплоты на выбранной тарелке     | Нажмите «Добавить тепловую нагрузку», выберите тарелку и настройте энергетическую связь. Учитывайте нагрузку при проверке энергетического баланса       |
| Циркуляционные орошения   | Задают контур отбора и возврата жидкости между тарелками | Нажмите «Добавить циркуляционное орошение» и настройте тарелки отбора и возврата, расход и тепловое воздействие, доступные в форме создаваемого контура |
| Пустое состояние          | Показывает отсутствие настроенных элементов              | Если дополнительное оборудование не требуется, оставьте соответствующий список пустым                                                                   |

Профиль давления задается отдельно от спецификаций разделения. В режиме «Постоянное» одно давление применяется ко всем тарелкам. В режиме «Линейно верх-низ» значения между давлениями верха и низа интерполируются линейно. В режиме «По тарелкам» пользователь задает обязательные точки верха и низа и при необходимости добавляет промежуточные точки; между соседними точками БАЗИС также выполняет линейную интерполяцию. Давления должны быть положительными и не уменьшаться от верха колонны к низу. Настройка давления колонны показана на рисунке 122.



Колонна: К-01 Рассчитано ×

Конфигурация **Параметры** Результаты расчета Рабочая книга Общие

Название  
К-01

Давление Спецификации КПД

Режим давления  
Линейно верх-низ

Единица давления  
бар

Давление верха  
9 бар

Давление низа  
9.5 бар

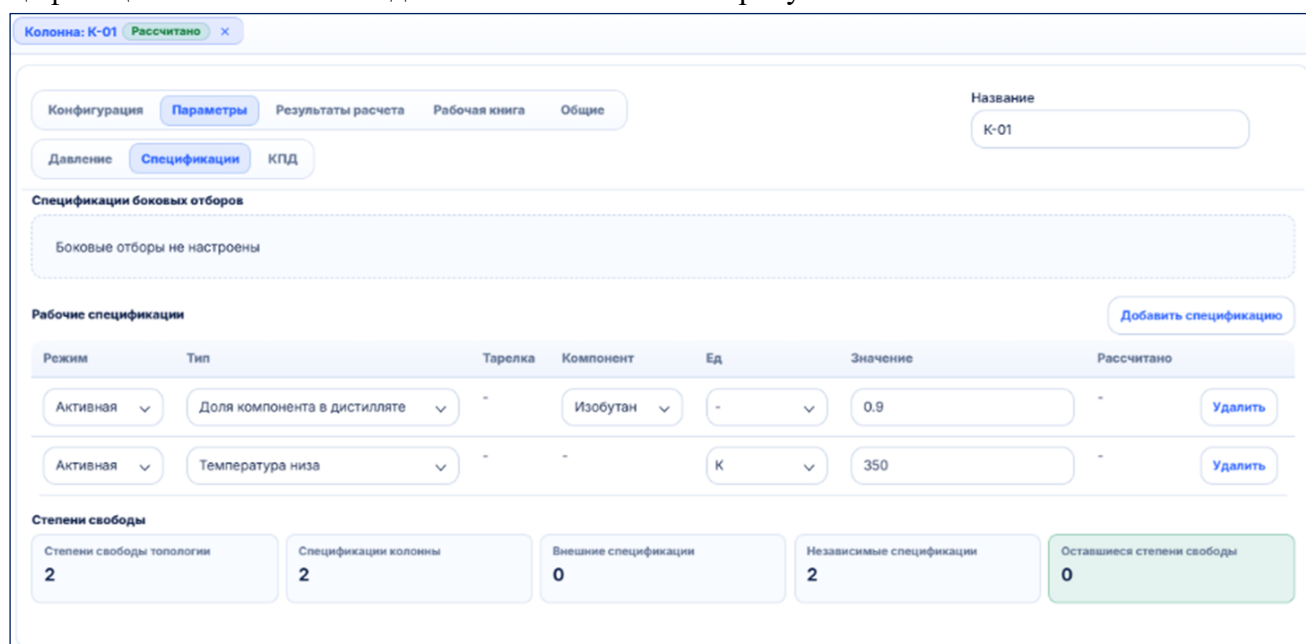
Рисунок 122. Настройка давления колонны

Параметры профиля давления колонны приведены в таблице 78.

Таблица 78. Параметры давления колонны

| Раздел или элемент | Назначение                                        | Действия пользователя и результат                                                                                                                            |
|--------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим давления     | Определяет способ построения давления по тарелкам | Выберите «Линейно верх-низ», «Постоянное» или «По тарелкам»                                                                                                  |
| Постоянное         | Задаёт одно давление для всех расчетных ступеней  | Введите положительное абсолютное давление в выбранной единице                                                                                                |
| Линейно верх-низ   | Строит линейный профиль между верхом и низом      | Задайте давления верхней и нижней тарелок; промежуточные значения рассчитываются линейной интерполяцией                                                      |
| По тарелкам        | Строит профиль по опорным точкам                  | Задайте давление на верхней и нижней тарелках и при необходимости добавьте промежуточные точки. БАЗИС линейно интерполирует давление между соседними точками |
| Единица давления   | Задаёт единицу ввода и отображения                | Выберите удобную единицу; изменение единицы не требует смены глобального набора единиц проекта                                                               |
| Контроль профиля   | Проверяет физическую согласованность              | Все давления должны быть положительными и не должны уменьшаться от верха колонны к низу                                                                      |

Рабочие спецификации замыкают степени свободы колонны. Спецификация задает целевое значение, а расчет определяет связанные внутренние расходы, температуры и составы. Одновременные условия должны быть независимыми и физически совместимыми. Рабочие спецификации и степени свободы колонны показаны на рисунке 123.



Колонна: K-01 Рассчитано ×

Название: K-01

Конфигурация **Параметры** Результаты расчета Рабочая книга Общие

Давление **Спецификации** КПД

Спецификации боковых отборов

Боковые отборы не настроены

Рабочие спецификации Добавить спецификацию

| Режим    | Тип                          | Тарелка | Компонент | Ед | Значение | Рассчитано |         |
|----------|------------------------------|---------|-----------|----|----------|------------|---------|
| Активная | Доля компонента в дистиллате | -       | Изобутан  | -  | 0.9      | -          | Удалить |
| Активная | Температура низа             | -       | -         | К  | 350      | -          | Удалить |

Степени свободы

| Степени свободы топологии | Спецификации колонны | Внешние спецификации | Независимые спецификации | Оставшиеся степени свободы |
|---------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 2                         | 2                    | 0                    | 2                        | 0                          |

Рисунок 123. Рабочие спецификации и степени свободы колонны



Рабочие спецификации и правила контроля степеней свободы приведены в таблице 79.

Таблица 79. Элементы настройки спецификаций колонны

| Раздел или элемент           | Назначение                                                  | Действия пользователя и результат                                                                                                                    |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Спецификации боковых отборов | Задают условия для подключенных боковых продуктов           | Раздел появляется при наличии боковых отборов. Условия должны соответствовать выбранным тарелкам и продуктам                                         |
| Добавить спецификацию        | Создает новое расчетное условие                             | Выберите тип условия, а затем укажите требуемые тарелку, компонент, единицу и целевое значение                                                       |
| Режим                        | Включает или исключает условие из системы расчета           | Только активная спецификация участвует в замыкании степеней свободы. Неактивное условие сохраняется, но не используется решателем                    |
| Тип                          | Определяет контролируемую величину                          | Доступный набор зависит от топологии и подключений; примеры на экране – доля компонента в дистилляте и температура низа                              |
| Тарелка и компонент          | Уточняют объект спецификации                                | Заполните поля, если они требуются выбранным типом условия. Неприменимые поля отображаются прочерком                                                 |
| Единица и значение           | Задают целевое числовое условие                             | Выберите единицу и введите значение в допустимом диапазоне                                                                                           |
| Рассчитано                   | Показывает рассчитанное значение специфицируемой величины   | После расчета сопоставьте его с заданным значением и проверьте нормированную невязку в результатах                                                   |
| Степени свободы топологии    | Показывают число условий, требуемых выбранной конфигурацией | Используйте показатель как исходную потребность в независимых спецификациях                                                                          |
| Спецификации колонны         | Показывают число добавленных условий                        | Сопоставьте количество с топологией, учитывая внешние и неактивные условия                                                                           |
| Независимые спецификации     | Показывают число активных независимых условий               | Именно эти условия замыкают расчетную систему                                                                                                        |
| Оставшиеся степени свободы   | Показывают, сколько независимых условий еще требуется       | Перед расчетом добейтесь значения 0. Положительное значение означает недоопределенную колонну; избыточные или зависимые условия необходимо устранить |

**ВНИМАНИЕ.** Нулевое число оставшихся степеней свободы подтверждает только формальную определенность задачи. Оно не гарантирует физическую совместимость заданных целей или численную сходимость.

КПД Мерффри используется для учета отклонения реальной контактной ступени от идеальной равновесной тарелки. Значение 1 соответствует теоретической тарелке; меньшие положительные значения уменьшают достигнутое на ступени изменение состава относительно равновесного. Настройка КПД Мерффри по тарелкам показана на рисунке 124.

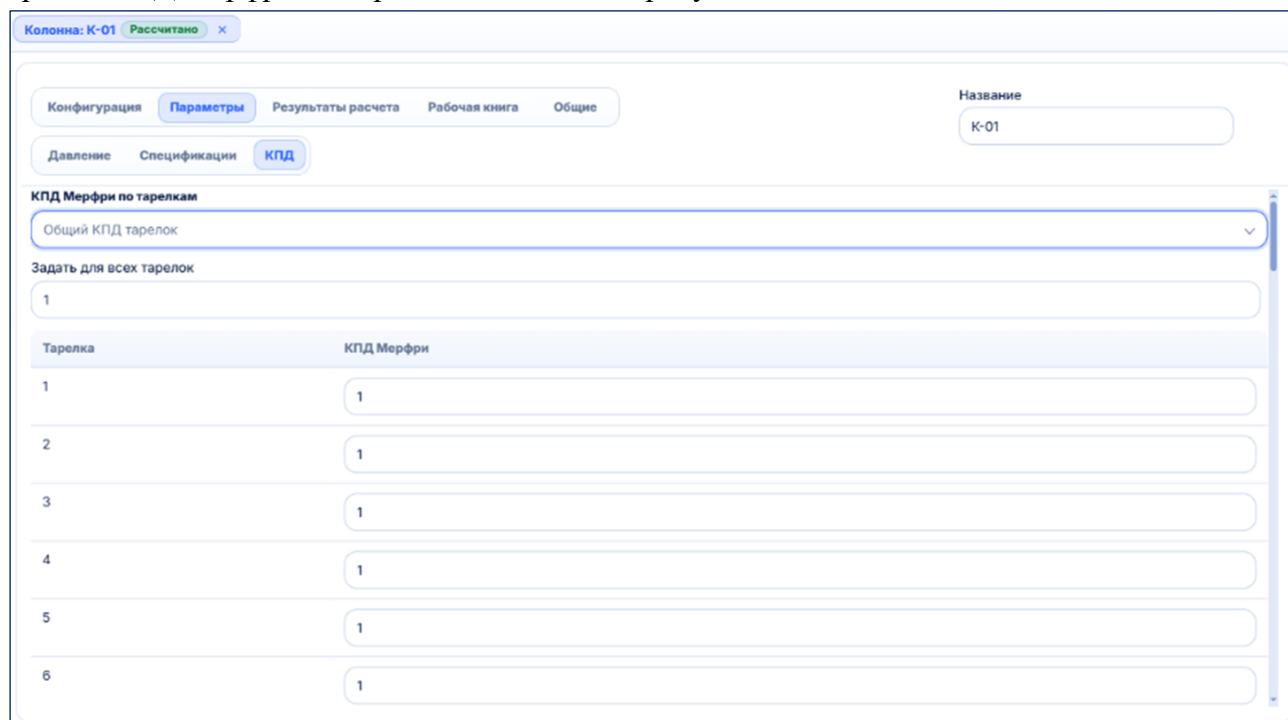


Рисунок 124. Настройка КПД Мерффри по тарелкам

Параметры задания КПД Мерффри по тарелкам приведены в таблице 80.

Таблица 80. Элементы настройки КПД Мерффри

| Раздел или элемент      | Назначение                                                    | Действия пользователя и результат                                                                                        |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим КПД Мерффри       | Определяет способ задания эффективности тарелок               | Выберите общий КПД для всех тарелок или индивидуальные значения по тарелкам, если требуется учесть неоднородность секций |
| Задать для всех тарелок | Быстро заполняет единое значение                              | Введите значение и примените его как исходное для всех строк                                                             |
| Таблица тарелок         | Позволяет проверить или изменить КПД каждой расчетной ступени | Просмотрите все номера тарелок и при необходимости скорректируйте отдельные значения                                     |
| КПД, равный 1           | Описывает идеальную равновесную ступень                       | Используйте для теоретических тарелок или при отсутствии отдельной модели эффективности                                  |

После завершения расчета сначала проверьте балансы. Малые невязки материального и энергетического балансов, а также выполнение всех активных спецификаций являются обязательными

признаками согласованного решения. Балансы и невязки спецификаций колонны показан на рисунке 125.

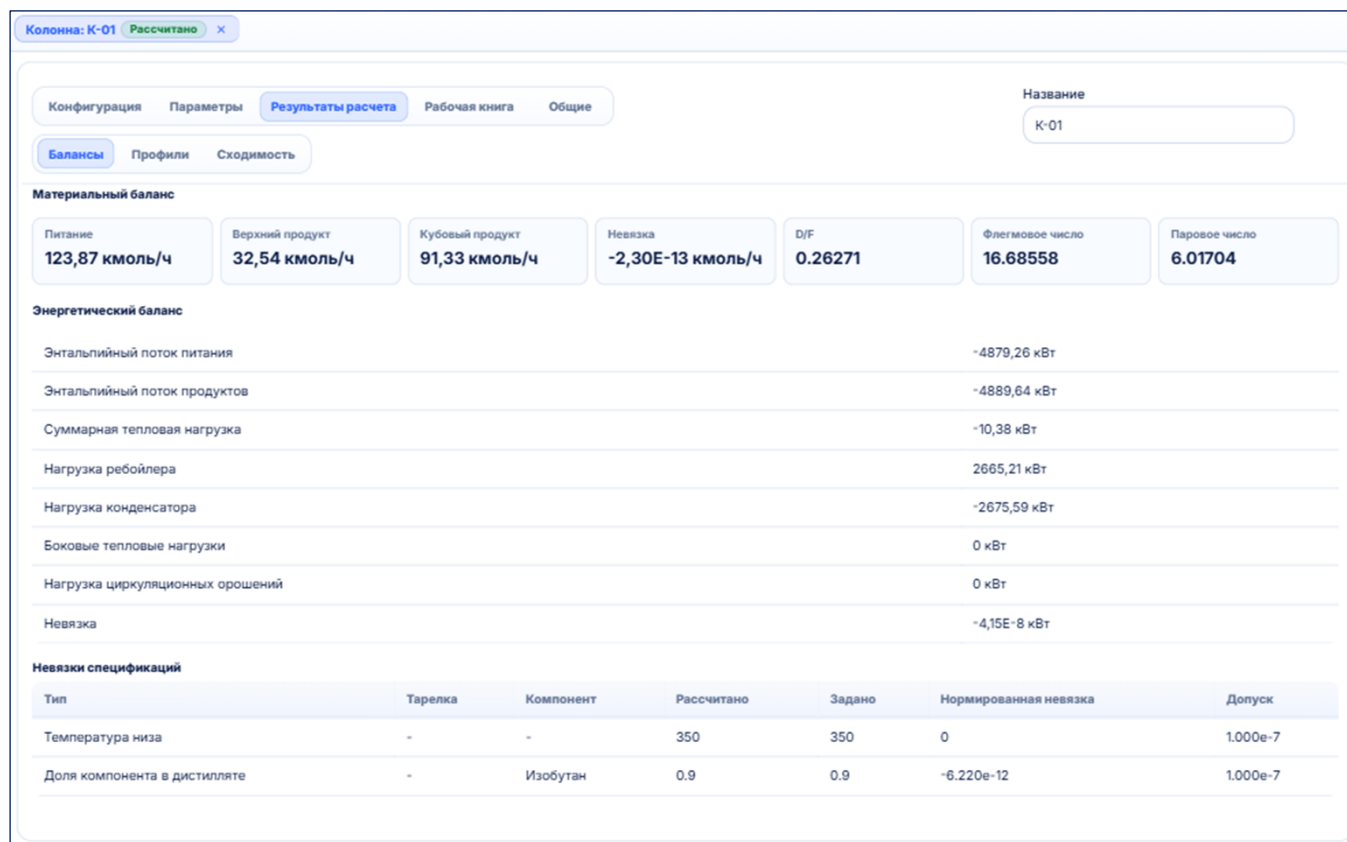


Рисунок 125. Балансы и невязки спецификаций колонны

Показатели материального и энергетического балансов колонны приведены в таблице 81.

Таблица 81. Показатели балансов колонны

| Раздел или элемент            | Назначение                                                   | Действия пользователя и результат                                              |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Питание                       | Показывает суммарный молярный расход всех питаний            | Сопоставьте с исходными потоками питания                                       |
| Верхний продукт               | Показывает молярный расход дистиллята                        | Используйте совместно с составом и флегмовым числом для оценки разделения      |
| Кубовый продукт               | Показывает молярный расход нижнего продукта                  | Используйте совместно с составом и паровым числом                              |
| Невязка материального баланса | Показывает различие между суммарными входом и выходом        | Значение должно быть близко к нулю в масштабе расходов задачи                  |
| D/F                           | Показывает долю суммарного питания, выведенную с дистиллятом | Используйте как интегральный показатель распределения питания между продуктами |

| Раздел или элемент    | Назначение                                                          | Действия пользователя и результат                                                                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Флегмовое число       | Показывает отношение флегмы к дистилляту                            | Оценивайте совместно с тепловой нагрузкой конденсатора и качеством разделения                    |
| Паровое число         | Показывает отношение возвратного пара ребойлера к кубовому продукту | Оценивайте совместно с нагрузкой ребойлера                                                       |
| Энергетический баланс | Сводит энтальпийные потоки и все тепловые нагрузки                  | Проверьте нагрузки ребойлера, конденсатора, боковых элементов и итоговую невязку                 |
| Невязки спецификаций  | Сравнивают рассчитанные и заданные значения                         | Для каждой активной спецификации проверьте рассчитанное значение, нормированную невязку и допуск |

Профили показывают изменение расчетных величин от верхней к нижней тарелке. Они позволяют обнаружить скачки на тарелке питания, нехарактерные перегибы, локальное исчезновение фазы и иные признаки некорректной настройки или сложного режима разделения. Профили параметров колонны по тарелкам показаны на рисунке 126.

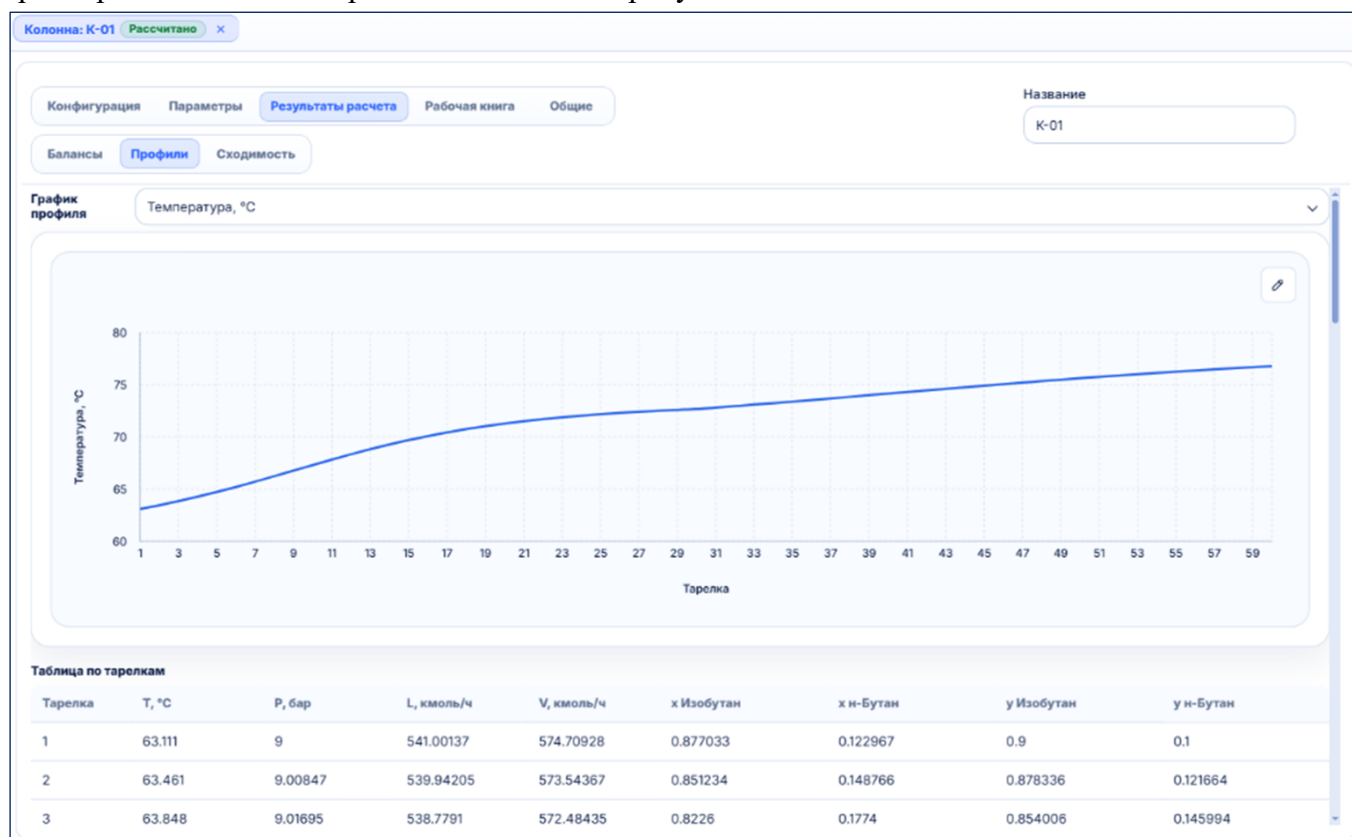


Рисунок 126. Профили параметров колонны по тарелкам

Элементы просмотра и интерпретации профилей колонны приведены в таблице 82.

Таблица 82. Элементы просмотра профилей колонны

| Раздел или элемент  | Назначение                                                                                              | Действия пользователя и результат                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| График профиля      | Выбирает параметр, отображаемый по тарелкам                                                             | Выберите температуру, давление, внутренние расходы или доступный состав компонента                                                |
| Ось «Тарелка»       | Показывает положение расчетной ступени                                                                  | Учитывайте принятую нумерацию сверху вниз при интерпретации профиля                                                               |
| График              | Визуализирует выбранный профиль                                                                         | Оцените монотонность, скачки в точках питания и отбора, а также положение экстремумов                                             |
| Редактор графика    | Открывает настройки представления графика                                                               | Используйте точную кнопку с пиктограммой карандаша для изменения диапазона, осей, серии и других доступных параметров отображения |
| Таблица по тарелкам | Показывает численные значения температуры Т, давления Р, жидкого L и парового V расходов и составов x/y | Используйте таблицу для точного анализа и сопоставления соседних тарелок                                                          |
| x и y               | Показывают мольные доли компонентов в жидкой и паровой фазах                                            | Сопоставляйте фазовые составы на каждой тарелке и учитывайте выбранный компонент                                                  |

Раздел «Сходимость» содержит настройки решателя и историю уменьшения температурной невязки. Изменять эти параметры следует после проверки топологии, исходных данных и спецификаций: настройка решателя не исправляет физически противоречивую постановку задачи. Настройки решателя и контроль сходимости колонны показаны на рисунке 127.

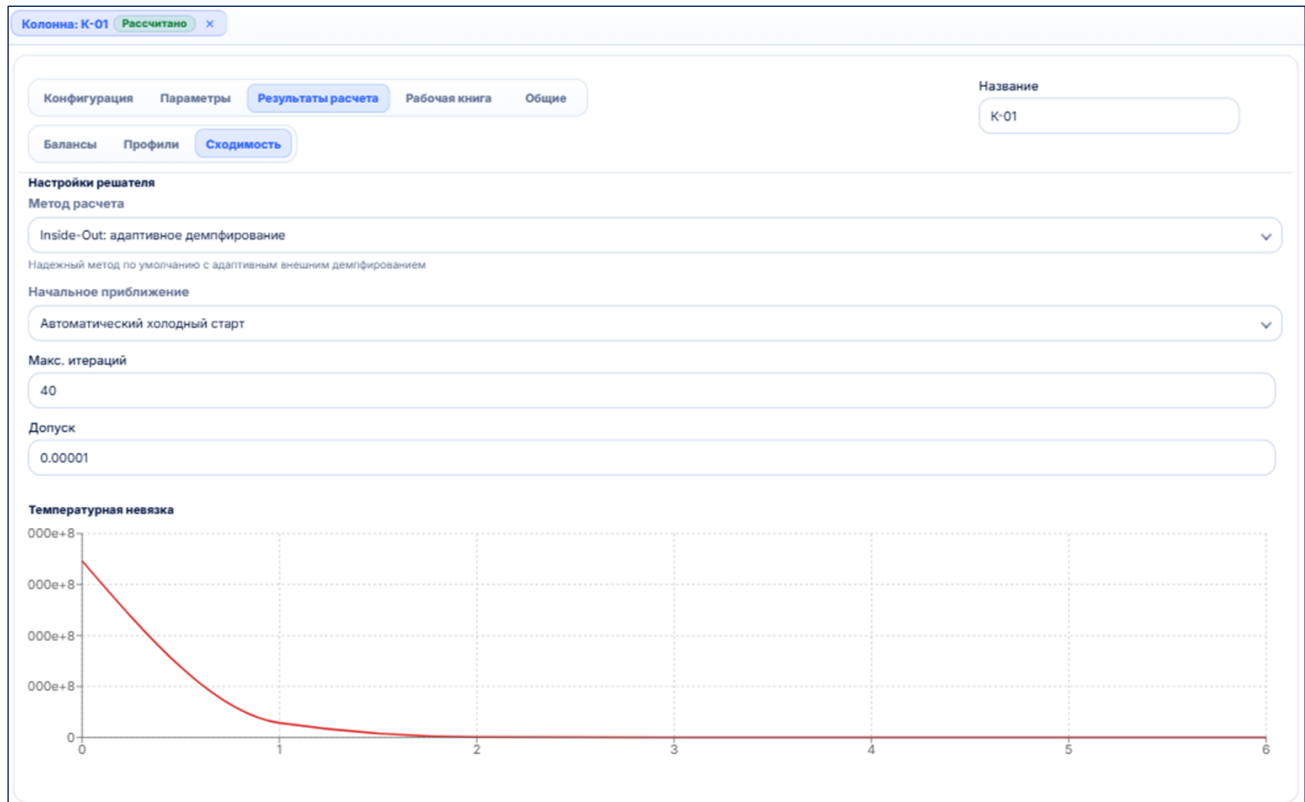


Рисунок 127. Настройки решателя и контроль сходимости колонны

Параметры решателя и показатели контроля сходимости колонны приведены в таблице 83.

Таблица 83. Элементы контроля сходимости колонны

| Раздел или элемент    | Назначение                                           | Действия пользователя и результат                                                                                                                                                       |
|-----------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Метод расчета         | Выбирает стратегию решения системы колонны           | Основной вариант на экране – Inside-Out с адаптивным демпфированием. Другие доступные стратегии выбирайте с учетом устойчивости конкретной задачи                                       |
| Начальное приближение | Определяет стартовое состояние итерационного расчета | «Автоматический холодный старт» формирует новое приближение. Если интерфейс предлагает предыдущее принятое решение, используйте его после небольшого изменения уже рассчитанной колонны |
| Макс. итераций        | Ограничивает число итераций решателя                 | Увеличивайте лимит только если невязка устойчиво уменьшается; постоянный рост или колебания требуют проверки постановки                                                                 |
| Допуск                | Задаёт численный критерий сходимости                 | Меньшее значение повышает строгость. Выбирайте допуск, достаточный для инженерной точности без неоправданного роста числа итераций                                                      |

| Раздел или элемент    | Назначение                                                    | Действия пользователя и результат                                                                         |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Температурная невязка | Показывает изменение невязки по итерациям                     | Устойчивая сходимость проявляется уменьшением кривой до уровня допуска без длительных колебаний или роста |
| Статус «Рассчитано»   | Подтверждает завершение алгоритма для текущих исходных данных | После получения статуса дополнительно проверьте балансы, спецификации, профили и сообщения расчета        |

Вкладки «Рабочая книга» и «Общие» используются так же, как у другого оборудования: рабочая книга сопоставляет состояния и составы подключенных потоков, а общие параметры содержат связи, пакет свойств, положение и масштаб пиктограммы, примечание и удаление объекта.

### 3.10.10. СМЕСИТЕЛЬ

Смеситель объединяет входные материальные потоки, суммирует расходы и формирует состав и энтальпию выходного потока с последующим расчетом его состояния выбранным пакетом свойств. В текущей версии доступен режим «Минимальное давление на входе»: давление выходного потока принимается по наименьшему входному давлению.

Вариант «Выровнять давления» отображается как недоступный и не является рабочей функцией текущей версии. Входные параметры смесителя показаны на рисунке 128.

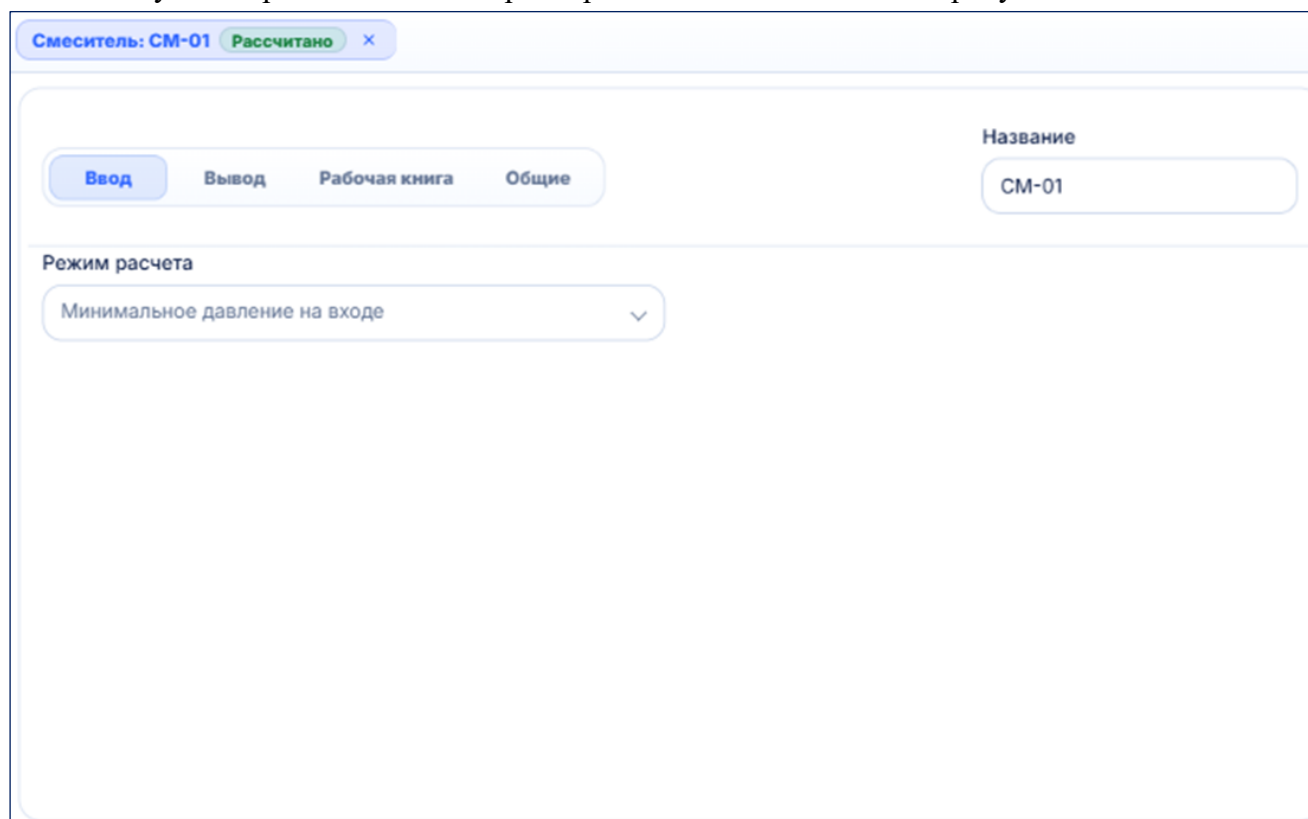


Рисунок 128. Входные параметры смесителя

Назначение элементов редактора смесителя приведено в таблице 84. Результаты расчета смесителя показаны на рисунке 129.



Таблица 84. Элементы редактора смесителя

| Элемент или раздел             | Назначение                            | Порядок работы и результат                                                                                           |
|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим расчета                  | Определение давления выходного потока | Выберите доступный режим «Минимальное давление на входе». Значение определяется по подключенным входным потокам      |
| Входные связи                  | Набор смешиваемых потоков             | Проверьте на вкладке «Общие», что к смесителю подключены все требуемые входы и один выход                            |
| Минимальное давление на входе  | Нижняя граница входных давлений       | Используется как давление выходного потока в текущей расчетной постановке                                            |
| Максимальное давление на входе | Диагностическая верхняя граница       | Позволяет оценить разброс давлений смешиваемых потоков до принятия результата                                        |
| Рабочая книга                  | Контроль состояния и состава          | Сопоставляет все входные потоки и выход смесителя; используйте для проверки расхода, температуры, давления и состава |
| Общие                          | Связи и представление                 | Содержит подключенные потоки, пакет свойств, положение, масштаб пиктограммы и примечание                             |

Смеситель: СМ-01
Рассчитано
×

Ввод
Вывод
Рабочая книга
Общие

Название  
СМ-01

| Параметр                       | Значение | Ед                 |
|--------------------------------|----------|--------------------|
| Минимальное давление на входе  | 10.61    | бар <span>▼</span> |
| Максимальное давление на входе | 25.00    | бар <span>▼</span> |

Рисунок 129. Результаты расчета смесителя

### 3.10.11. ДЕЛИТЕЛЬ

Делитель распределяет один входной материальный поток между несколькими выходными ветвями. Для каждой ветви задается доля либо целевой молярный или массовый расход в зависимости от выбранной спецификации. Входные параметры делителя показаны на рисунке 130.

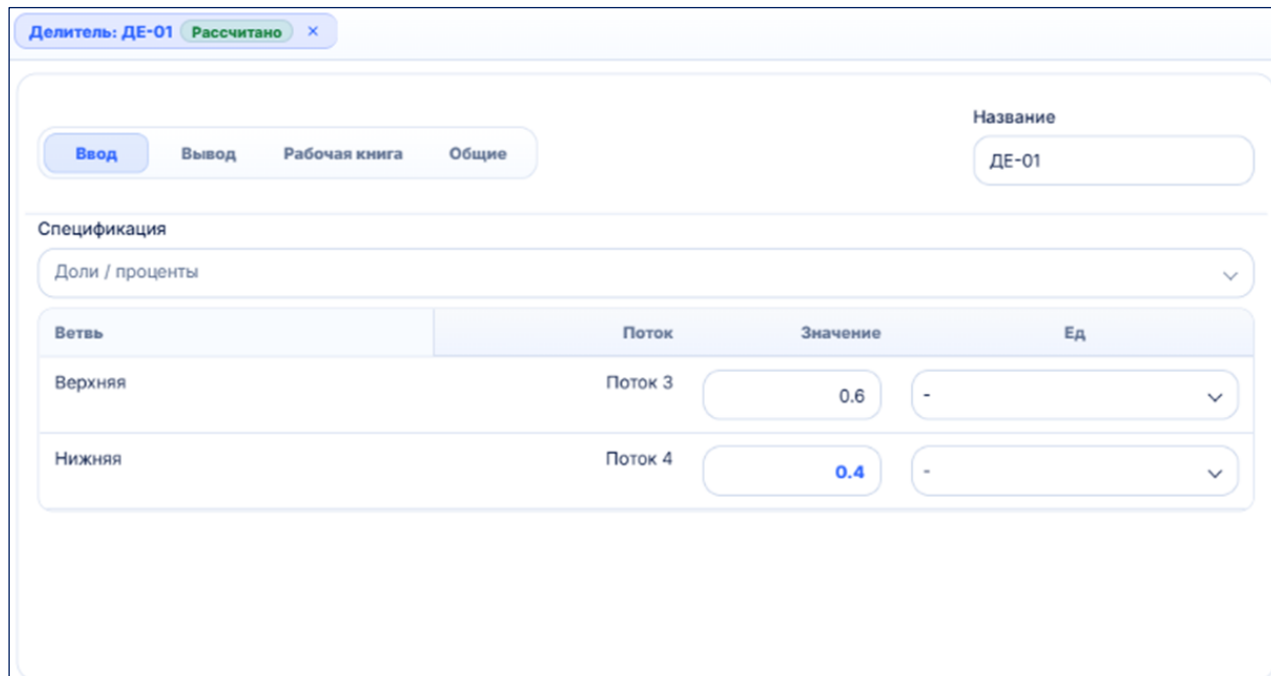


Рисунок 130. Входные параметры делителя

Для задания распределения в делителе выполните следующие действия:

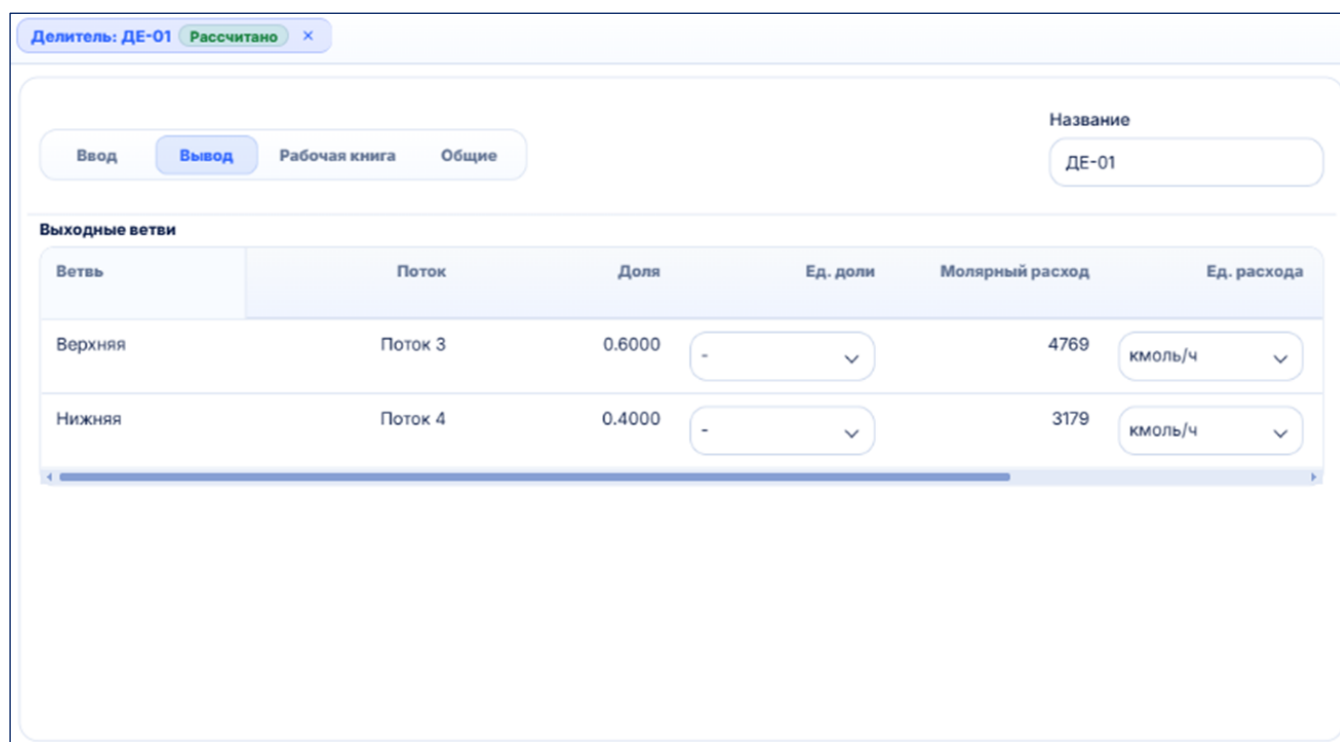
1. Выберите основу спецификации: «Доли / проценты», «Молярный расход» или «Массовый расход».
2. Введите значения для выходных ветвей. В долевого постановке контролируйте сумму долей; в расходной постановке входной поток должен иметь рассчитанный соответствующий расход.
3. Оставьте одно зависимое значение для определения по балансу, если это предусмотрено текущей постановкой, либо задайте согласованный набор значений вручную.
4. Запустите расчет и откройте вкладку «Вывод» для проверки долей и расходов по каждой ветви.

Назначение элементов редактора делителя приведено в таблице 85. Результаты распределения по ветвям показаны на рисунке 131.

Таблица 85. Элементы редактора делителя

| Элемент или раздел | Назначение                     | Порядок работы и результат                                                                                                   |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Спецификация       | Выбор основы распределения     | «Доли / проценты» задает относительное распределение; «Молярный расход» и «Массовый расход» задают абсолютные расходы ветвей |
| Таблица ветвей     | Связь ветви с выходным потоком | Показывает имя ветви, назначенный выходной поток, установленную долю и соответствующий расход                                |

| Элемент или раздел | Назначение              | Порядок работы и результат                                                                                                                                   |
|--------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Значение и Ед      | Ввод спецификации ветви | Введите долю или расход в выбранной единице. Расчетное зависимое значение выделяется как результат и не редактируется одновременно с независимыми значениями |
| Выходные ветви     | Контроль результата     | Показывает по каждой ветви долю, молярный и массовый расходы                                                                                                 |
| Рабочая книга      | Сравнение потоков       | Позволяет сопоставить термодинамические состояния и составы входного потока и всех выходных ветвей                                                           |
| Общие              | Связи и представление   | Показывает вход, выходные потоки, пакет свойств, координаты, масштаб пиктограммы и примечание                                                                |



| Ветвь   | Поток   | Доля   | Ед. доли | Молярный расход | Ед. расхода |
|---------|---------|--------|----------|-----------------|-------------|
| Верхняя | Поток 3 | 0.6000 | -        | 4769            | кмоль/ч     |
| Нижняя  | Поток 4 | 0.4000 | -        | 3179            | кмоль/ч     |

Рисунок 131. Результаты распределения по ветвям делителя

### 3.10.12. НАГРЕВАТЕЛЬ

Нагреватель подводит энергию к материальному потоку и рассчитывает его состояние на выходе с учетом заданного падения давления. Пользователь выбирает одну независимую тепловую спецификацию: температуру на выходе, изменение температуры или энергию.

Порядок настройки и проверки нагревателя:

1. Подключите входной и выходной материальные потоки. При необходимости подключите энергетический поток.

2. На вкладке «Ввод» задайте падение давления, выберите спецификацию и заполните соответствующее поле температуры, изменения температуры или энергии.
3. Запустите расчет схемы и проверьте состояние объекта. При изменении спецификации повторите расчет.
4. На вкладке «Вывод» проверьте температуру и давление на выходе и рассчитанную энергию. Единицы выбираются отдельно в каждой строке результата.  
Входные параметры нагревателя показаны на рисунке 132.

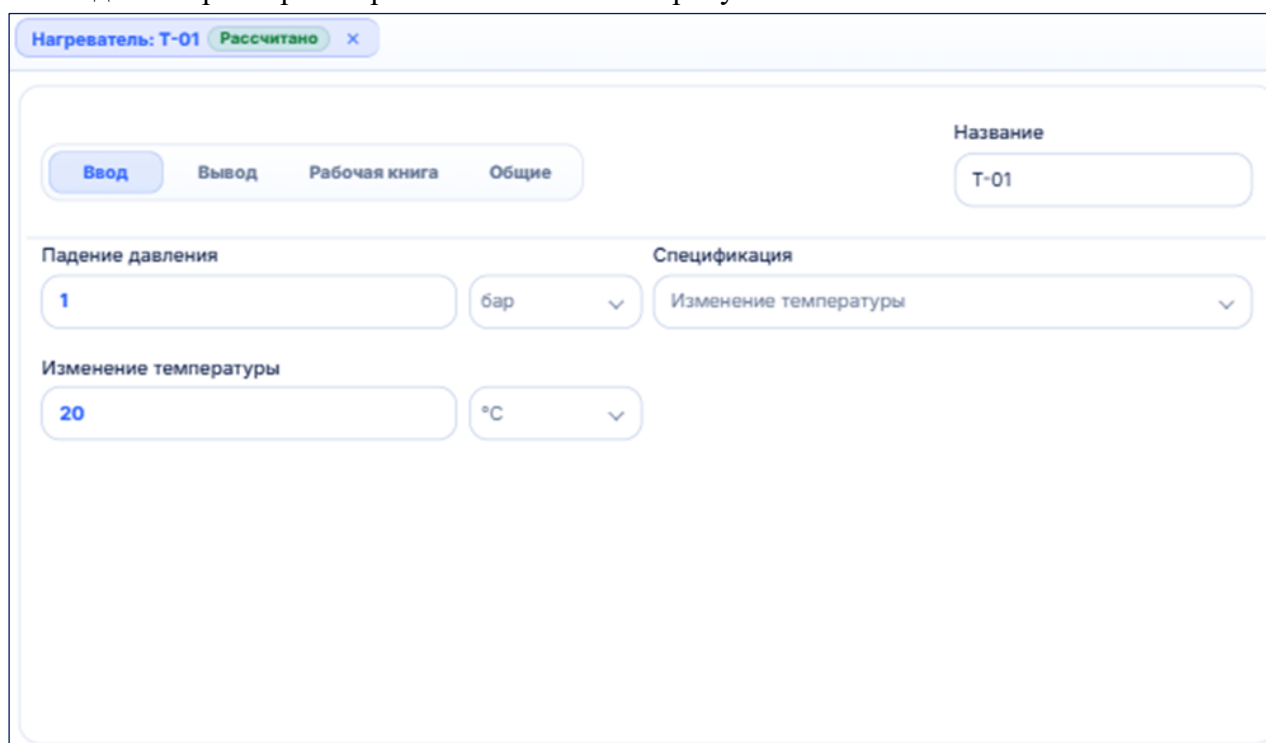


Рисунок 132. Входные параметры нагревателя

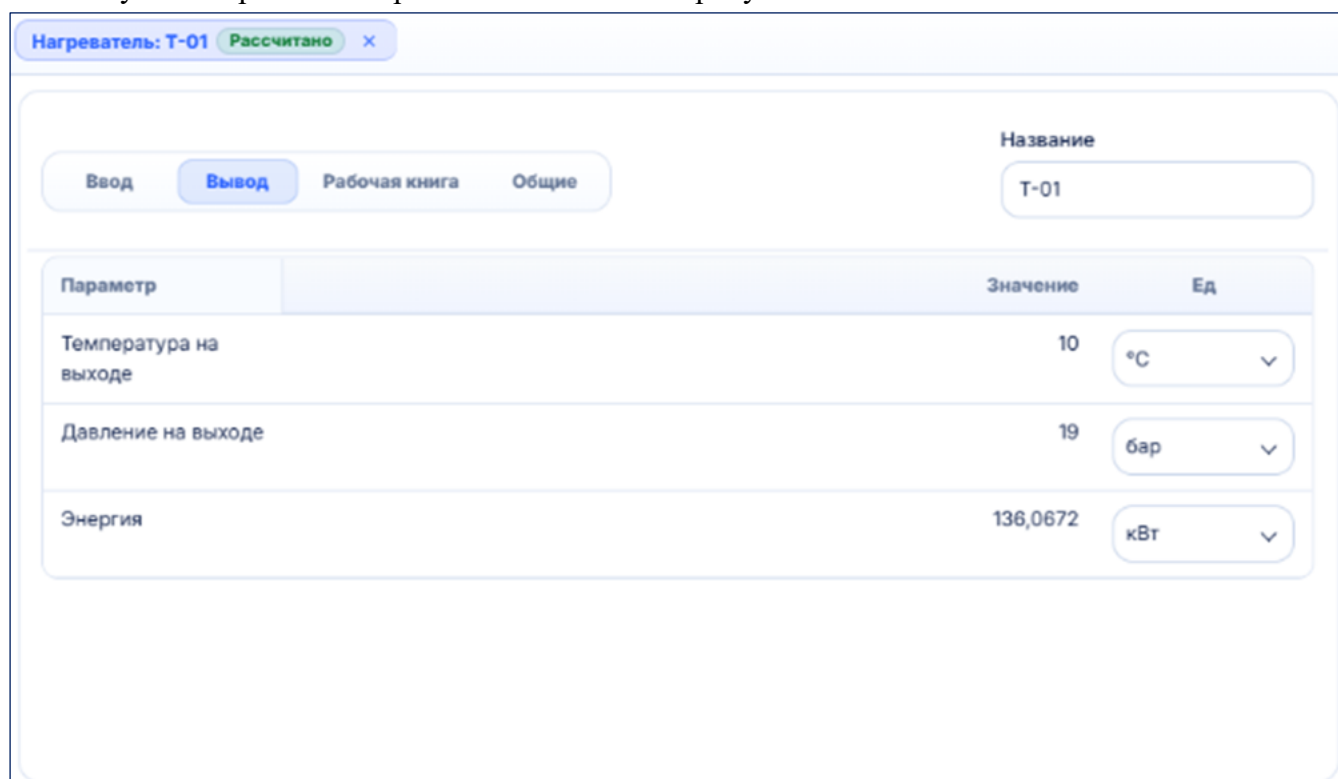
Назначение элементов редактора нагревателя приведено в таблице 86.

Таблица 86. Элементы редактора нагревателя

| Элемент или раздел      | Назначение                               | Порядок работы и результат                                                                                                             |
|-------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Падение давления        | Гидравлическая потеря в аппарате         | Задайте неотрицательное падение давления в выбранной единице                                                                           |
| Спецификация            | Выбор тепловой постановки                | Выберите «Температура на выходе», «Изменение температуры» или «Энергия». После смены варианта редактор показывает соответствующее поле |
| Температура или энергия | Независимая тепловая спецификация        | Введите целевую температуру, изменение температуры либо энергетическую нагрузку в зависимости от выбранного варианта                   |
| Энергетический поток    | Связь с внешней энергетической нагрузкой | Подключите поток, если нагрузка должна передаваться между объектами схемы                                                              |

| Элемент или раздел | Назначение             | Порядок работы и результат                                                                                   |
|--------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вывод              | Рассчитанное состояние | Проверьте температуру и давление на выходе и энергию                                                         |
| Рабочая книга      | Состояния и составы    | Сопоставьте входной и выходной материальные потоки; состав сохраняется, а температура и энтальпия изменяются |
| Общие              | Связи и представление  | Проверьте вход, выход, энергетический поток, пакет свойств и параметры пиктограммы                           |

Результаты расчета нагревателя показаны на рисунке 133.



Нагреватель: T-01 Рассчитано ×

Название: T-01

Ввод **Вывод** Рабочая книга Общие

| Параметр              | Значение | Ед  |
|-----------------------|----------|-----|
| Температура на выходе | 10       | °C  |
| Давление на выходе    | 19       | бар |
| Энергия               | 136,0672 | кВт |

Рисунок 133. Результаты расчета нагревателя

### 3.10.13. ОХЛАДИТЕЛЬ

Охладитель изменяет тепловое состояние материального потока при заданном падении давления. Расчет может выполняться по температуре на выходе, изменению температуры или энергетической нагрузке; тепло передается через энергетический порт. Входные параметры охладителя показаны на рисунке 134.

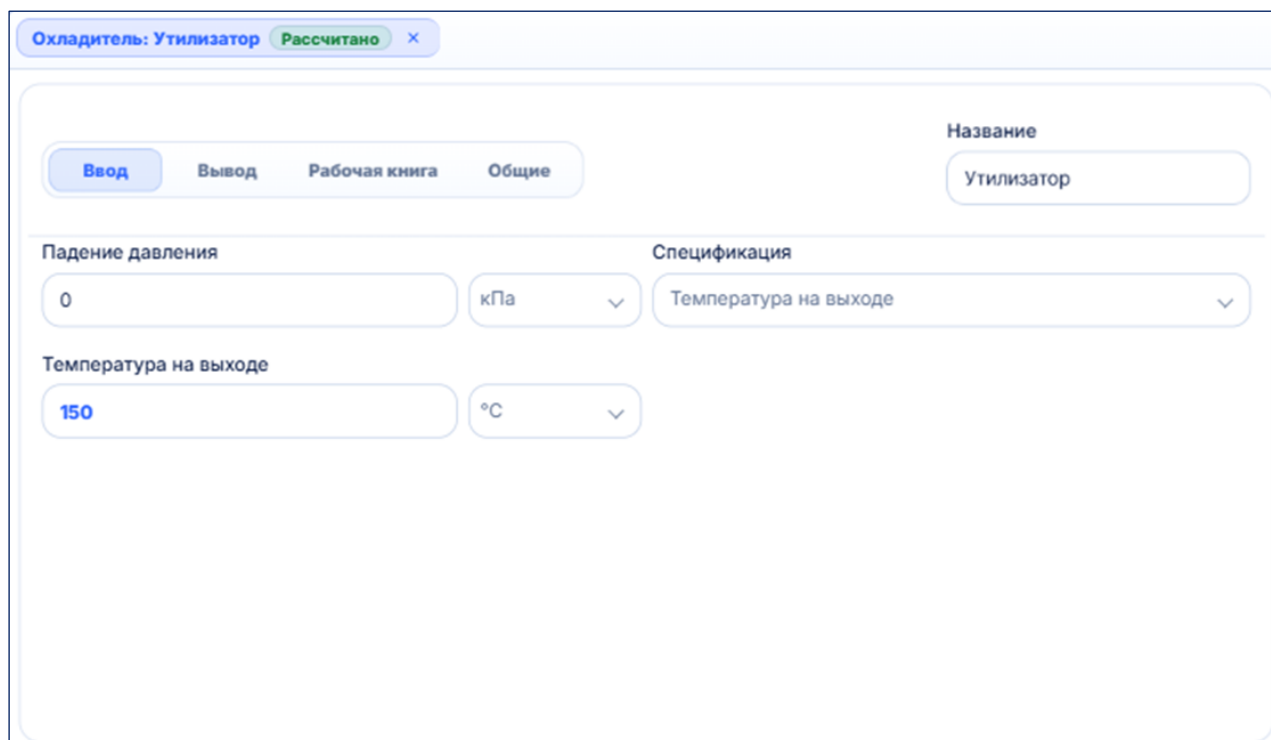


Рисунок 134. Входные параметры охладителя

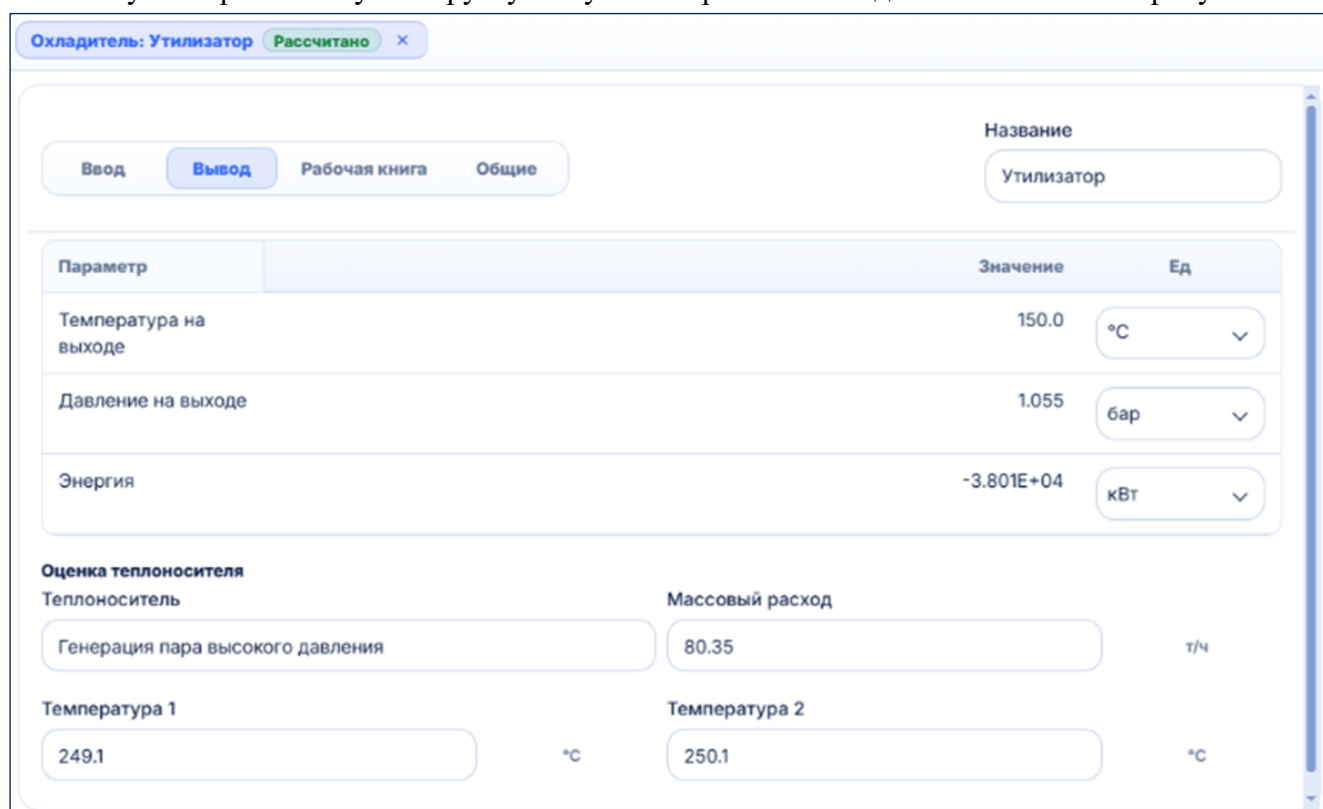
Назначение элементов редактора охладителя приведено в таблице 87.

Таблица 87. Элементы редактора охладителя

| Элемент или раздел      | Назначение                       | Порядок работы и результат                                                                                                                        |
|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Падение давления        | Гидравлическая потеря в аппарате | Задайте неотрицательное падение давления в выбранной единице                                                                                      |
| Спецификация            | Выбор тепловой постановки        | Доступны «Температура на выходе», «Изменение температуры» и «Энергия / теплоотвод». После смены варианта редактор показывает соответствующее поле |
| Температура или энергия | Независимая тепловая нагрузка    | Введите целевую температуру, изменение температуры либо энергетическую нагрузку в зависимости от выбранной спецификации                           |
| Оценка теплоносителя    | Оценочный расход утилиты         | После выбора зарегистрированного теплоносителя и температур БАЗИС выводит расчетный массовый расход                                               |
| Вывод                   | Тепловой результат               | Показывает температуру и давление на выходе и энергию. Отрицательное значение энергии соответствует отводу тепла в принятом направлении знака     |

| Элемент или раздел | Назначение            | Порядок работы и результат                                                                                    |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рабочая книга      | Состояния и составы   | Сопоставляет входной и выходной материальные потоки; состав сохраняется, а температура и энтальпия изменяются |
| Общие              | Связи и представление | Показывает вход, выход, энергетический поток, пакет свойств и параметры пиктограммы                           |

На вкладке «Вывод» проверьте температуру и давление материального потока на выходе и рассчитанную энергетическую нагрузку. Результаты расчета охладителя показаны на рисунке 135.



Охладитель: Утилизатор Рассчитано ×

Название: Утилизатор

Ввод **Вывод** Рабочая книга Общие

| Параметр              | Значение   | Ед  |
|-----------------------|------------|-----|
| Температура на выходе | 150.0      | °C  |
| Давление на выходе    | 1.055      | бар |
| Энергия               | -3.801E+04 | кВт |

Оценка теплоносителя

Теплоноситель: Генерация пара высокого давления

Массовый расход: 80.35 т/ч

Температура 1: 249.1 °C

Температура 2: 250.1 °C

Рисунок 135. Результаты расчета охладителя

### 3.10.14. АППАРАТ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ (АВО)

АВО предназначен для охлаждения процессного потока воздухом. Процессная сторона рассчитывается по материальному и энергетическому балансу с заданным падением давления; воздушная сторона является внутренним контуром аппарата и не создает отдельные материальные потоки на технологической схеме.

Порядок настройки АВО:

1. Подключите рассчитанный входной и выходной материальные потоки процессной стороны.
2. На вкладке «Ввод» откройте раздел «Процессная сторона», задайте падение давления и выберите спецификацию процесса: температуру на выходе, изменение температуры либо отводимую тепловую нагрузку.



3. Откройте раздел «Воздух». Задайте температуру и абсолютное давление сухого воздуха на входе, затем выберите способ задания воздушной стороны: температуру на выходе или расход воздуха.
4. При необходимости скорректируйте мольный состав сухого воздуха по азоту, кислороду и аргону. Перед расчетом введенные неотрицательные доли нормализуются; кнопка «Восстановить по умолчанию» возвращает стандартный состав.
5. Запустите расчет. Если один из конечных температурных напоров неположителен, проверьте температурные спецификации: процессная сторона сохраняет расчет, но приложение формирует инженерное предупреждение о недостижимой воздушной спецификации.
6. На вкладке «Вывод» проверьте тепловую нагрузку и параметры обеих сторон, а также температурные напоры на горячем и холодном концах. Входные параметры процессной стороны АВО показаны на рисунке 136. Входные параметры воздушной стороны АВО показаны на рисунке 137.

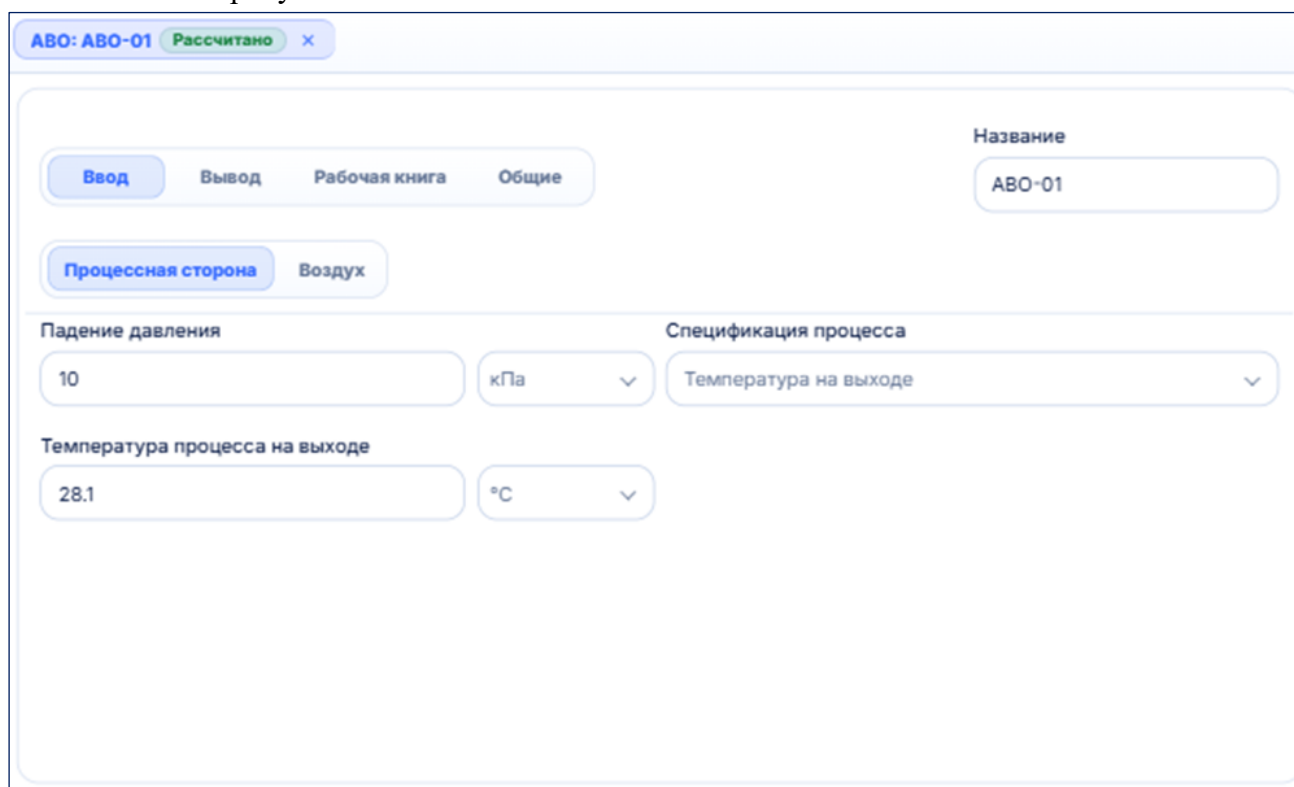
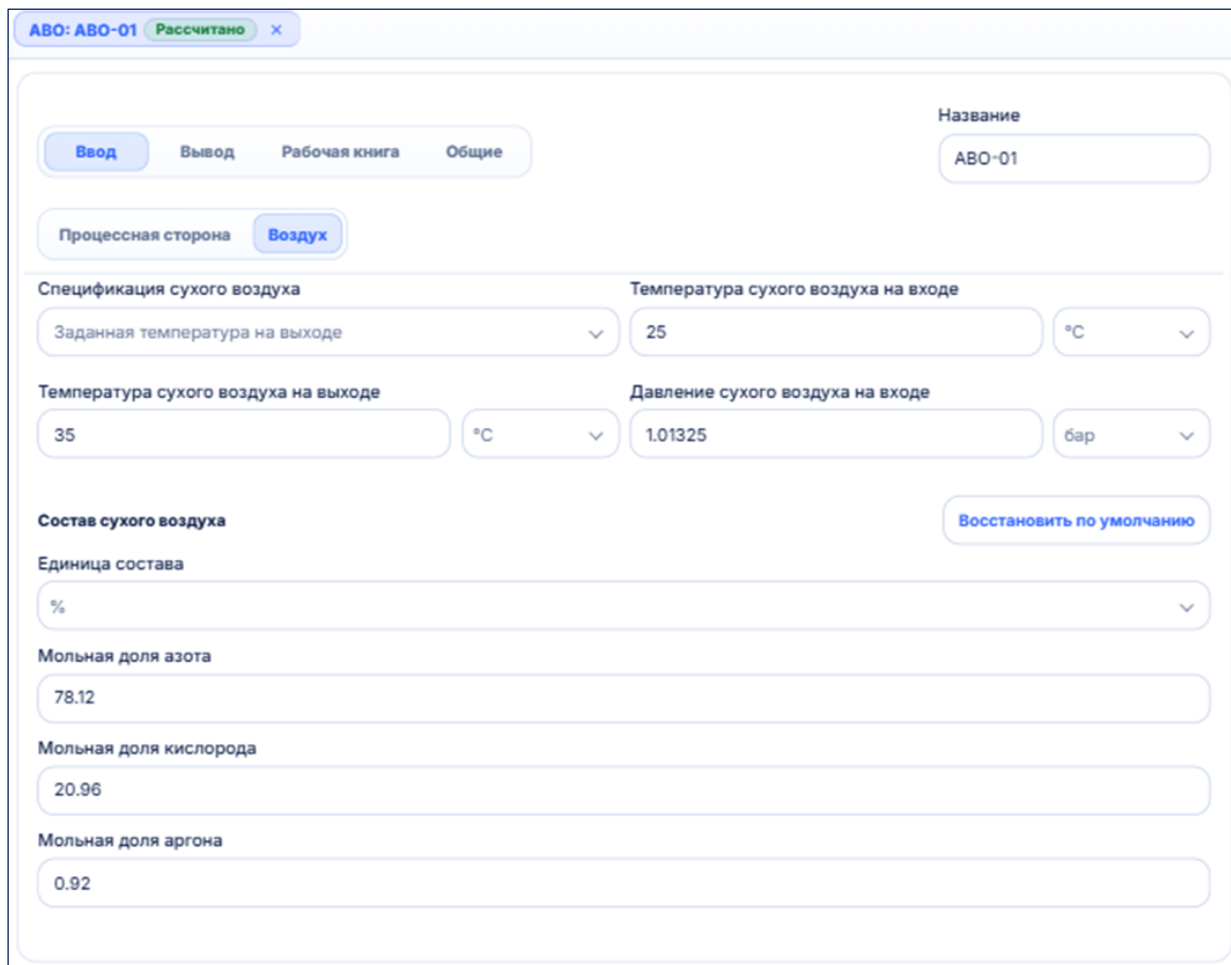


Рисунок 136. Входные параметры процессной стороны АВО



АВО: АВО-01 Рассчитано ×

Название: АВО-01

Ввод Вывод Рабочая книга Общие

Процессная сторона **Воздух**

Спецификация сухого воздуха: Заданная температура на выходе

Температура сухого воздуха на входе: 25 °C

Температура сухого воздуха на выходе: 35 °C

Давление сухого воздуха на входе: 1.01325 бар

Состав сухого воздуха Восстановить по умолчанию

Единица состава: %

Мольная доля азота: 78.12

Мольная доля кислорода: 20.96

Мольная доля аргона: 0.92

Рисунок 137. Входные параметры воздушной стороны АВО

Параметры процессной и воздушной сторон АВО приведены в таблице 88. Результаты расчета процессной стороны АВО показаны на рисунке 138. Результаты расчета воздушной стороны АВО показаны на рисунке 139.

Таблица 88. Элементы редактора АВО

| Раздел или элемент    | Назначение                                       | Действия пользователя и результат                                                                                                                                                              |
|-----------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Процессная сторона    | Задаёт условия охлаждаемого потока               | Введите падение давления и активную спецификацию процесса. АВО допускает только охлаждение: заданная выходная температура не должна быть выше входной, а изменение температуры – положительным |
| Падение давления      | Определяет давление процессного потока на выходе | Введите неотрицательное значение и выберите единицу измерения                                                                                                                                  |
| Спецификация процесса | Определяет тепловую нагрузку аппарата            | Выберите температуру процесса на выходе, изменение температуры или отводимую тепловую нагрузку и заполните появившееся активное поле                                                           |

| Раздел или элемент                  | Назначение                                                | Действия пользователя и результат                                                                                                                                               |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Воздух                              | Открывает параметры внутреннего суховоздушного контура    | Задайте способ расчета воздуха, входную температуру и давление, а также состав сухого воздуха                                                                                   |
| Спецификация сухого воздуха         | Выбирает определяемый параметр воздушной стороны          | При заданной температуре воздуха на выходе рассчитывается требуемый расход; при заданном массовом или фактическом объемном расходе рассчитывается температура воздуха на выходе |
| Температура сухого воздуха на входе | Задаёт начальное тепловое состояние воздуха               | Введите температуру в пределах применимости модели сухого воздуха и выберите единицу измерения                                                                                  |
| Давление сухого воздуха на входе    | Используется для объемного расхода в фактических условиях | Введите абсолютное давление. В текущей балансовой модели оно не используется для конструктивного расчета воздушного тракта                                                      |
| Состав сухого воздуха               | Задаёт мольные доли N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> и Ar  | Введите неотрицательные доли. Приложение нормализует их перед расчетом; для возврата стандартного состава используйте «Восстановить по умолчанию»                               |
| Вывод – процессная сторона          | Показывает состояние охлаждаемого потока                  | Проверьте температуры и давления на входе и выходе, их изменения, расход и отведенную тепловую нагрузку                                                                         |
| Вывод – воздух                      | Показывает рассчитанный воздушный баланс                  | Проверьте массовый и объемный расходы, молярную массу и плотность, теплоемкость воздуха и концевые температурные напоры                                                         |
| Единицы в выводе                    | Локально изменяют представление результата                | Выберите нужную единицу в строке параметра без изменения глобального набора единиц проекта                                                                                      |

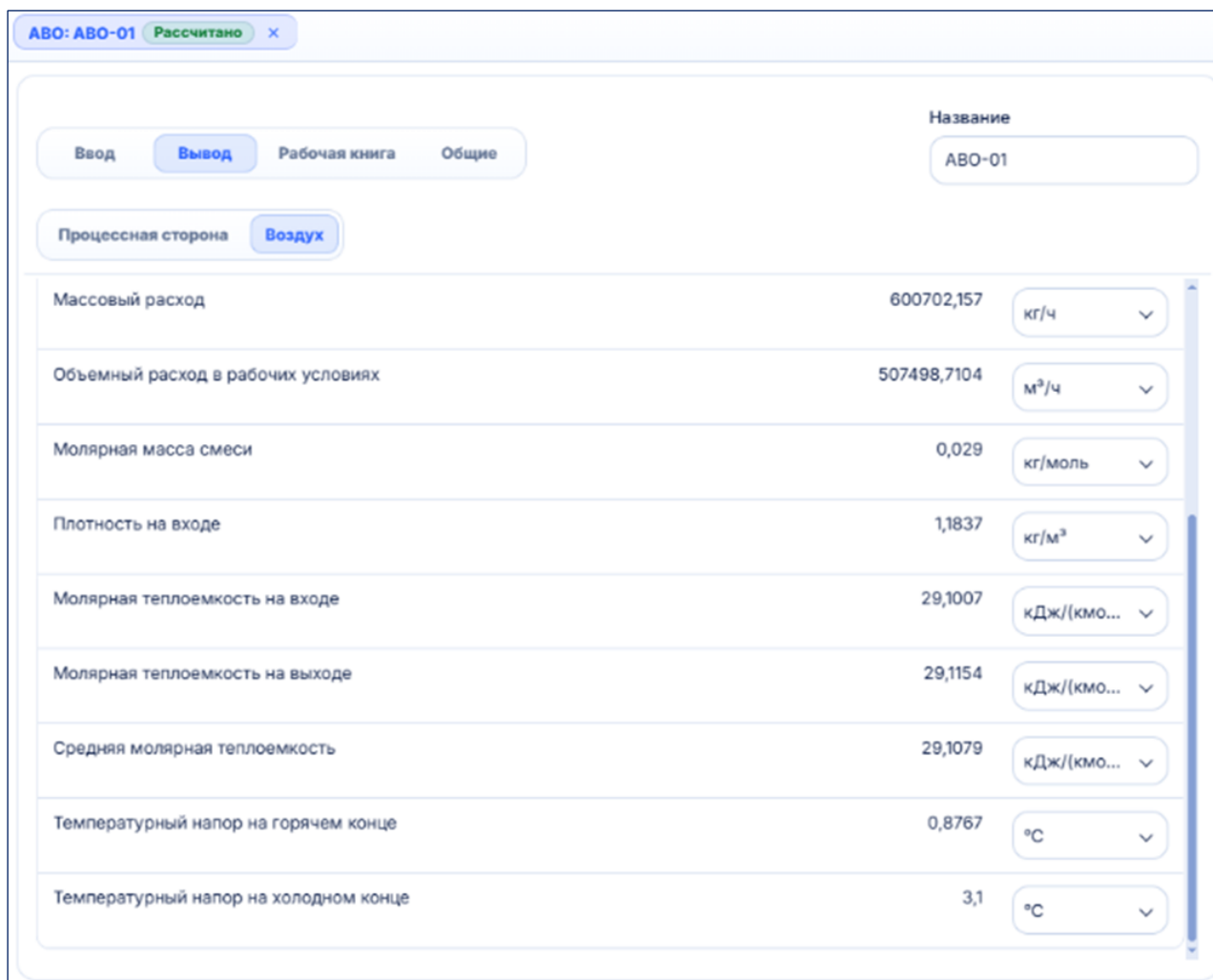
ABO: ABO-01 Рассчитано ×

Ввод **Вывод** Рабочая книга Общие

Процессная сторона Воздух

| Параметр                     | Значение   | Ед      |
|------------------------------|------------|---------|
| Температура на входе         | 35,8767    | °C      |
| Температура на выходе        | 28,1       | °C      |
| Изменение температуры        | -7,7767    | °C      |
| Давление на входе            | 122,7      | бар     |
| Давление на выходе           | 122,6      | бар     |
| Перепад давления             | 0,1        | бар     |
| Мольный расход               | 12286,6754 | кмоль/ч |
| Отведенная тепловая нагрузка | 1677,2237  | кВт     |

Рисунок 138. Результаты расчета процессной стороны ABO



| Название                              |             | ABO-01      |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| Процессная сторона: Воздух            |             |             |
| Массовый расход                       | 600702,157  | кг/ч        |
| Объемный расход в рабочих условиях    | 507498,7104 | м³/ч        |
| Молярная масса смеси                  | 0,029       | кг/моль     |
| Плотность на входе                    | 1,1837      | кг/м³       |
| Молярная теплоемкость на входе        | 29,1007     | кДж/(кмо... |
| Молярная теплоемкость на выходе       | 29,1154     | кДж/(кмо... |
| Средняя молярная теплоемкость         | 29,1079     | кДж/(кмо... |
| Температурный напор на горячем конце  | 0,8767      | °C          |
| Температурный напор на холодном конце | 3,1         | °C          |

Рисунок 139. Результаты расчета воздушной стороны АВО

### 3.10.15. ТЕПЛООБМЕННИК

Теплообменник предназначен для расчета передачи тепла между двумя материальными потоками, проходящими по кожуховой и трубной сторонам аппарата. Пользователь задает схему движения потоков, расчетную спецификацию, падение давления по каждой стороне и выбранную тепловую модель. Объект определяет выходные состояния потоков, тепловую нагрузку и показатели теплопередачи.

Карточка содержит общие для оборудования вкладки «Ввод», «Вывод», «Рабочая книга» и «Общие». На вкладке «Ввод» доступны два основных режима: «Упрощенный (UA)» для расчета по заданной или определяемой интегральной теплопередающей способности и «На основе геометрии» для расчета с учетом конструкции кожухотрубного аппарата, корреляций теплоотдачи, перегородок, зазоров и загрязнений.

Рекомендуемый порядок настройки и проверки теплообменника:

1. Добавьте теплообменник на схему или откройте существующий объект, задайте понятное наименование и проверьте подключение входных и выходных потоков обеих сторон.
2. На вкладке «Ввод» выберите режим расчета и схему движения потоков.

3. Выберите расчетную спецификацию, целевую выходную сторону и задаваемый параметр. Для спецификации по температуре укажите целевую выходную температуру и ее единицу измерения.
4. Задайте падение давления по кожуховой и трубной сторонам. При геометрическом режиме можно выбрать рассчитываемое давление, если это предусмотрено текущей конфигурацией.
5. Настройте тепловую модель, учет теплоотдачи при фазовом переходе, поправку  $F_t$  и число сегментов расчетного профиля.
6. Для режима «На основе геометрии» заполните геометрию кожуха, трубного пучка и перегородок, выберите расчетные корреляции и задайте термические сопротивления загрязнения.
7. Запустите расчет схемы. На вкладке «Вывод» проверьте общие показатели, параметры сторон и график температурно-энтальпийного профиля. Настройка теплообменника в упрощенном режиме UA показана на рисунке 140.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Единицы измерения в таблицах результатов можно менять непосредственно в соответствующих списках. Такое изменение влияет только на представление выбранного результата и не изменяет глобальный набор единиц проекта.

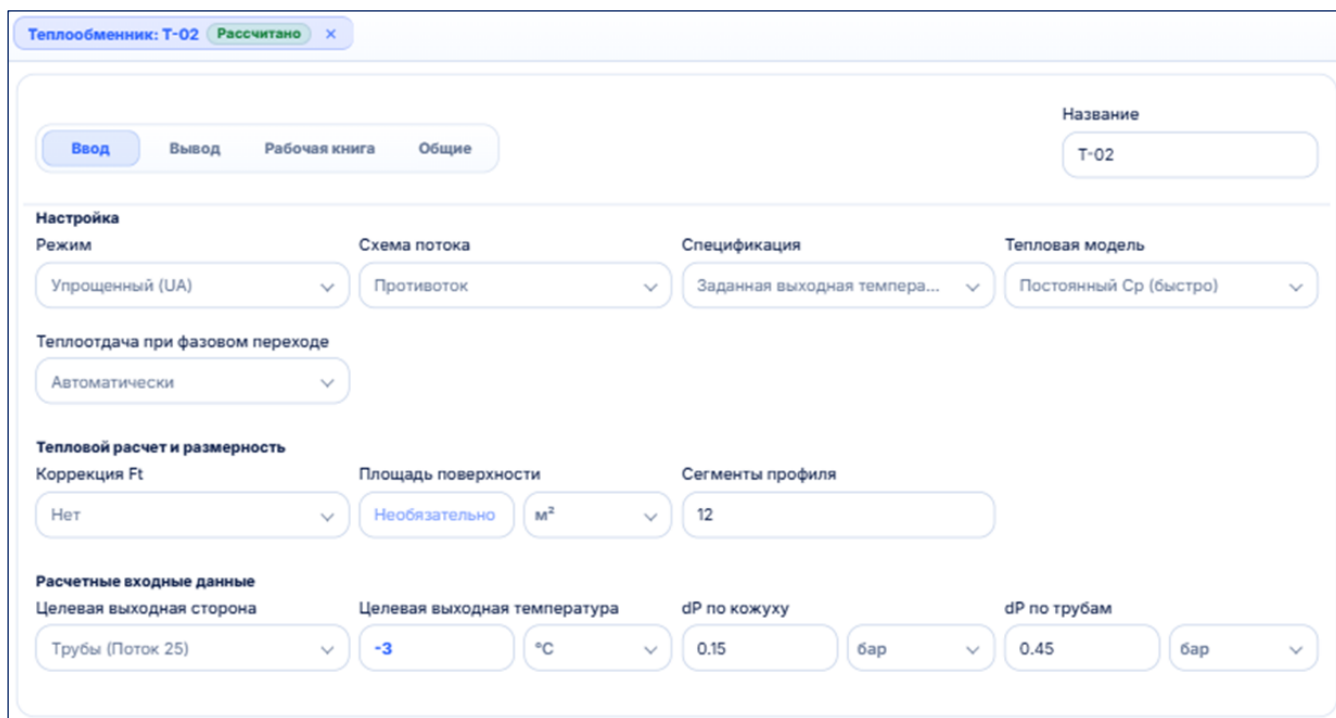


Рисунок 140. Настройка теплообменника в упрощенном режиме UA

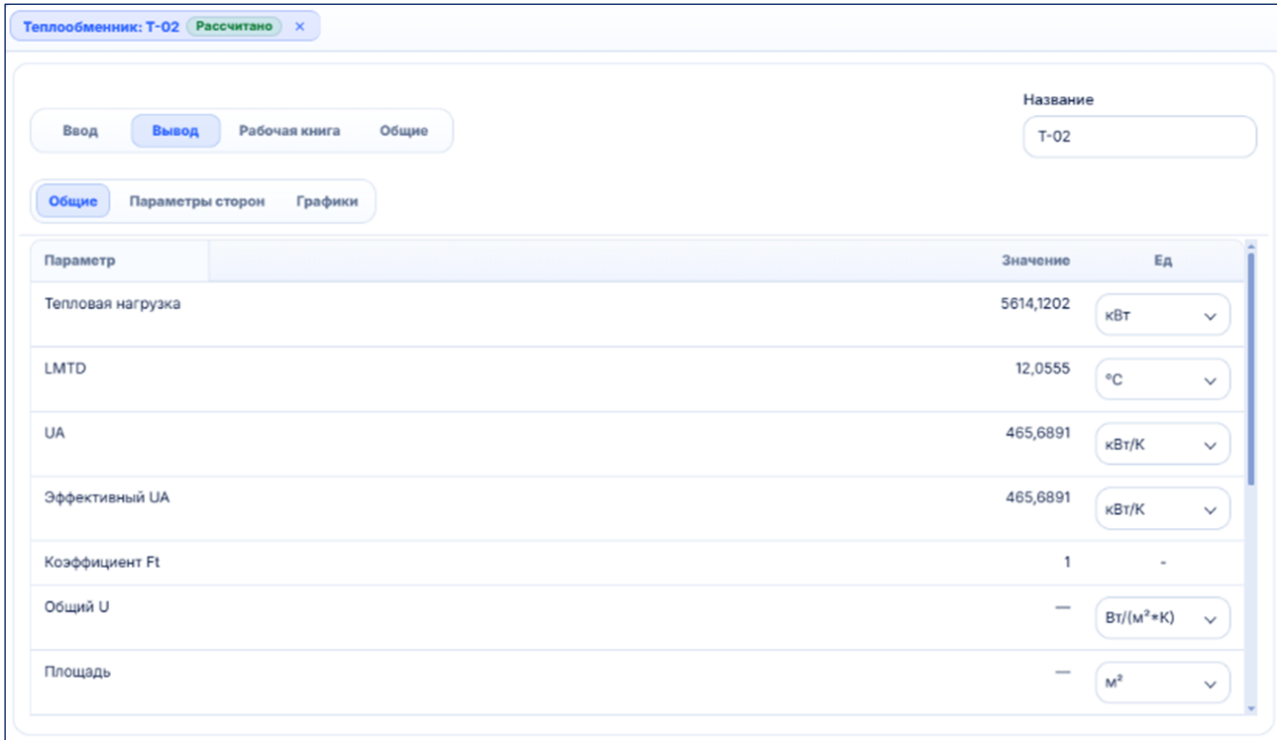
Параметры упрощенного режима UA теплообменника приведены в таблице 89. Общие результаты расчета теплообменника показаны на рисунке 141.

Таблица 89. Параметры упрощенного режима расчета теплообменника

| Раздел или элемент | Назначение              | Действия пользователя и результат                                            |
|--------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Режим              | Выбирает математическую | Используйте «Упрощенный (UA)» при известных интегральных характеристиках или |

| Раздел или элемент                     | Назначение                                                              | Действия пользователя и результат                                                                                                                   |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | постановку расчета теплообменника                                       | необходимости быстрого расчетного приближения                                                                                                       |
| Схема потока                           | Задаёт взаимное направление движения сторон аппарата                    | Выберите противоток или другой доступный вариант в соответствии с технологической схемой                                                            |
| Спецификация                           | Определяет задаваемую величину, замыкающую тепловой расчет              | Укажите выходную температуру, тепловую нагрузку, UA или иную доступную спецификацию и убедитесь, что задача не переопределена                       |
| Тепловая модель                        | Определяет способ расчета теплоемкости и профиля сторон                 | Быстрая модель с постоянной теплоемкостью применима для предварительной оценки; более подробную модель выбирайте при существенном изменении свойств |
| Теплоотдача при фазовом переходе       | Управляет учетом участков кипения или конденсации                       | В режиме «Автоматически» БАЗИС определяет необходимость соответствующего учета по рассчитанным фазовым состояниям                                   |
| Коррекция Ft                           | Включает поправку температурного напора для неидеальной схемы движения  | Используйте в соответствии с конфигурацией аппарата; при значении «Нет» эффективный UA совпадает с UA                                               |
| Площадь поверхности                    | Задаёт площадь теплообмена, если она используется выбранной постановкой | Поле может оставаться необязательным, когда расчет замыкается через UA или другую спецификацию                                                      |
| Сегменты профиля                       | Задаёт дискретизацию температурно-энтальпийного профиля                 | Увеличивайте число сегментов при необходимости более детального анализа, учитывая рост расчетных затрат                                             |
| Целевая выходная сторона и температура | Определяют сторону и значение, используемые как расчетная спецификация  | Проверьте соответствие выбранного потока кожуховой или трубной стороне и задайте допустимую технологическую температуру                             |
| dP по кожуху / dP по трубам            | Задают падение давления каждой стороны                                  | Указывайте неотрицательные значения в выбранных единицах и проверяйте расчетные выходные давления                                                   |





| Параметр          | Значение  | Ед        |
|-------------------|-----------|-----------|
| Тепловая нагрузка | 5614,1202 | кВт       |
| LMTD              | 12,0555   | °C        |
| UA                | 465,6891  | кВт/К     |
| Эффективный UA    | 465,6891  | кВт/К     |
| Коэффициент Ft    | 1         | -         |
| Общий U           | —         | Вт/(м²·К) |
| Площадь           | —         | м²        |

Рисунок 141. Общие результаты расчета теплообменника

Общие показатели расчета теплообменника приведены в таблице 90. Результаты расчета по сторонам теплообменника показаны на рисунке 142.

Таблица 90. Общие показатели теплообменника

| Раздел или элемент | Назначение                                                      | Действия пользователя и результат                                                                                                    |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тепловая нагрузка  | Переданная между сторонами тепловая мощность                    | Используйте как основной показатель выполненного теплового расчета и контролируйте знак согласно принятому направлению теплопередачи |
| LMTD               | Логарифмический средний температурный напор                     | Сопоставьте с концевыми температурными напорами и убедитесь в физической допустимости профиля                                        |
| UA                 | Интегральная теплопередающая способность до применения поправок | Используйте для сопоставления расчетов и проверки согласованности тепловой нагрузки с температурным напором                          |
| Эффективный UA     | Значение UA, фактически используемое расчетом после поправок    | Сравните с UA; различие указывает на действие поправочного коэффициента                                                              |
| Коэффициент Ft     | Поправка к идеальному температурному напору                     | Значение, заметно меньшее единицы, требует проверки выбранной схемы и температурного режима                                          |

| Раздел или элемент | Назначение                                     | Действия пользователя и результат                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общий U            | Общий коэффициент теплопередачи                | Выводится, когда выбранная модель и исходные данные позволяют его определить                                     |
| Площадь            | Расчетная или заданная поверхность теплообмена | Сопоставляйте с проектной площадью аппарата; прочерк означает, что величина не определялась в текущей постановке |

Теплообменник: T-02 Рассчитано ×

Ввод **Вывод** Рабочая книга Общие

Общие **Параметры сторон** Графики

| Параметр                | Кожух    | Трубы      | Ед        |
|-------------------------|----------|------------|-----------|
| Процессная роль         | Холодная | Горячая    | -         |
| Фаза на выходе          | Паровая  | Двухфазная | -         |
| Температура на входе    | -31,3708 | 20         | °C        |
| Температура на выходе   | 16,3497  | -3         | °C        |
| Коэффициент теплоотдачи | —        | —          | Вт/(м²*К) |
| Число Рейнольдса        | -        | -          | -         |
| Число Прандтля          | -        | -          | -         |
| Число Нуссельта         | -        | -          | -         |

Рисунок 142. Результаты расчета по сторонам теплообменника

Параметры кожуховой и трубной сторон теплообменника приведены в таблице 91. Температурно-энтальпийный график теплообменника показан на рисунке 143.

Таблица 91. Параметры кожуховой и трубной сторон теплообменника

| Раздел или элемент            | Назначение                                                              | Действия пользователя и результат                                              |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Процессная роль               | Показывает, является сторона горячей или холодной по результату расчета | Проверьте соответствие фактической роли технологическому назначению стороны    |
| Фаза на выходе                | Показывает рассчитанное фазовое состояние выходного потока              | Учитывайте при оценке допустимости режима и выборе модели фазового теплообмена |
| Температура на входе / выходе | Граничные температуры каждой стороны                                    | Используйте для контроля спецификации и концевых температурных напоров         |

| Раздел или элемент      | Назначение                                               | Действия пользователя и результат                                                                   |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Коэффициент теплоотдачи | Рассчитанная интенсивность теплоотдачи отдельной стороны | Доступность зависит от выбранного режима и корреляции; прочерк означает отсутствие расчета величины |
| Число Рейнольдса        | Характеризует режим течения                              | Используйте для проверки области применимости выбранной корреляции теплоотдачи                      |
| Число Прандтля          | Характеризует соотношение переноса импульса и теплоты    | Оценивайте совместно с числом Рейнольдса и свойствами среды                                         |
| Число Нуссельта         | Характеризует интенсивность конвективной теплоотдачи     | Выводится для геометрического расчета при наличии необходимых данных                                |

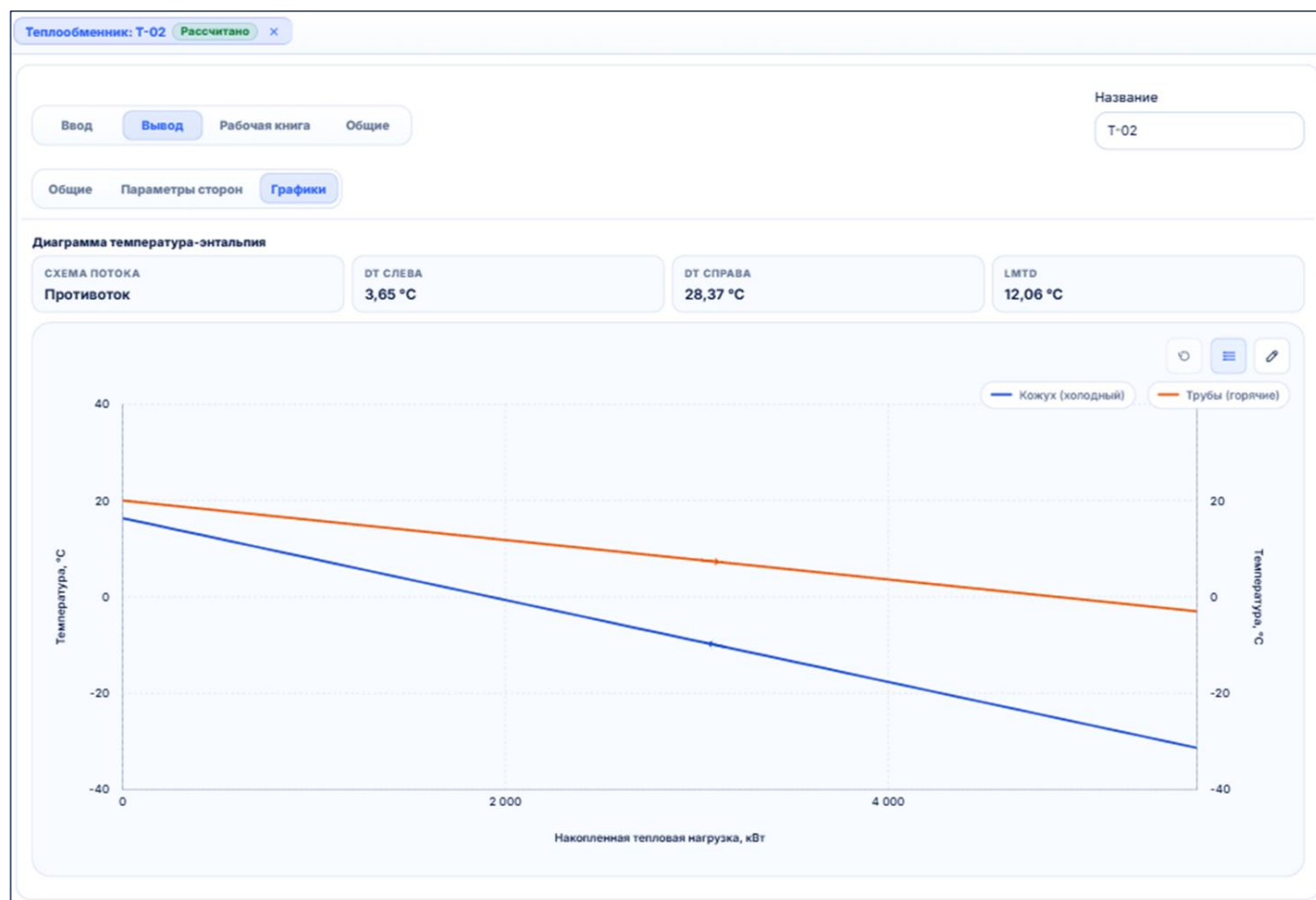


Рисунок 143. Температурно-энтальпийный график теплообменника

Элементы температурно-энтальпийного графика и правила его анализа приведены в таблице 92. Настройка теплообменника на основе геометрии показана на рисунке 144.

Таблица 92. Элементы анализа температурно-энтальпийного графика

| Раздел или элемент           | Назначение                                                                                   | Действия пользователя и результат                                                                |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Схема потока                 | Показывает выбранное направление взаимного движения сторон                                   | Используйте при интерпретации левой и правой границ графика                                      |
| DT слева / DT справа         | Показывают концевые температурные напоры                                                     | Контролируйте положительные значения и отсутствие недопустимого пересечения температурных кривых |
| LMTD                         | Показывает усредненный логарифмический температурный напор                                   | Сопоставляйте с концевыми напорами и тепловой нагрузкой                                          |
| Кривые сторон                | Отображают изменение температуры кожуховой и трубной сторон по накопленной тепловой нагрузке | Используйте для поиска минимального температурного сближения и участков фазового перехода        |
| Легенда                      | Связывает цвет линии со стороной и ее фактической ролью                                      | Перед анализом убедитесь, что горячая и холодная стороны определены ожидаемо                     |
| Элементы управления графиком | Позволяют изменять представление графика и открыть его редактор                              | Настройки представления не меняют исходные данные или результаты расчета                         |

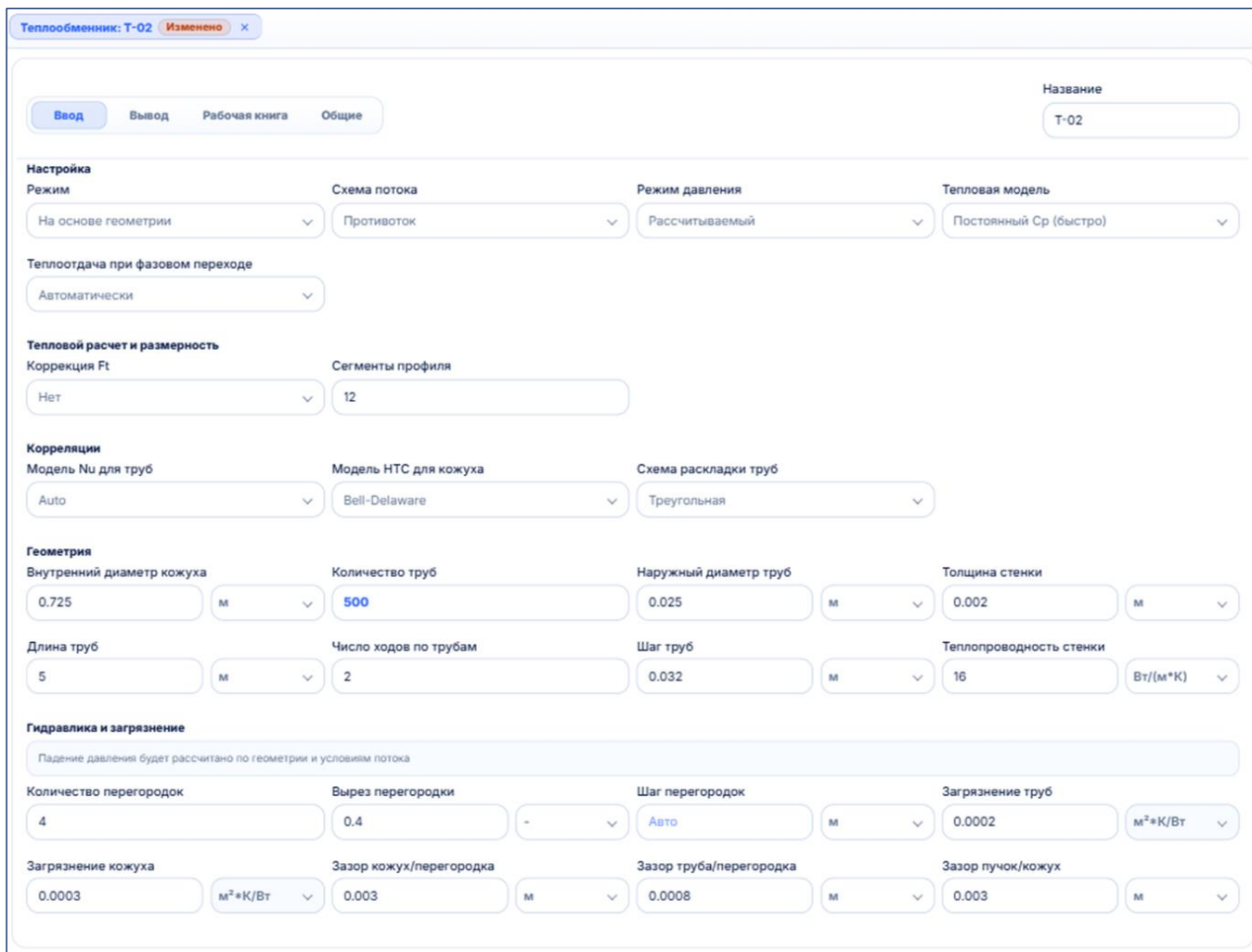


Рисунок 144. Настройка теплообменника на основе геометрии

Параметры геометрической модели теплообменника приведены в таблице 93.

Таблица 93. Параметры геометрической модели теплообменника

| Раздел или элемент          | Назначение                                                         | Действия пользователя и результат                                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим «На основе геометрии» | Включает расчет теплопередачи и гидравлики по конструкции аппарата | Используйте при наличии геометрических данных кожухотрубного теплообменника            |
| Режим давления              | Определяет, задается или рассчитывается падение давления           | При варианте «Рассчитываемый» проверьте полноту геометрии и данные входных потоков     |
| Модель Nu для труб          | Выбирает корреляцию для определения теплоотдачи трубной стороны    | В режиме Auto корреляция выбирается по рассчитанному режиму течения и доступным данным |

| Раздел или элемент        | Назначение                                                                                               | Действия пользователя и результат                                                       |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Модель НТС для кожуха     | Выбирает метод расчета теплоотдачи кожуховой стороны                                                     | Bell-Delaware использует геометрию пучка, перегородок и зазоров                         |
| Схема раскладки труб      | Определяет расположение труб в пучке                                                                     | Выберите фактическую раскладку, поскольку она влияет на проходные сечения и теплоотдачу |
| Геометрия кожуха          | Содержит внутренний диаметр кожуха и связанные конструктивные размеры                                    | Введите значения по проектной или паспортной документации                               |
| Геометрия труб            | Содержит количество, наружный диаметр, толщину стенки, длину, число ходов, шаг и теплопроводность стенки | Проверьте согласованность размеров и единиц измерения                                   |
| Перегородки               | Определяют количество, вырез и шаг поперечных перегородок                                                | Значения влияют на скорость, теплоотдачу и падение давления кожуховой стороны           |
| Загрязнение труб / кожуха | Задаёт дополнительные термические сопротивления отложений                                                | Используйте принятые проектные значения для рассматриваемых сред и режима эксплуатации  |
| Зазоры                    | Задают зазоры кожух–перегородка, труба–перегородка и пучок–кожух                                         | Указывайте фактические конструктивные значения, используемые моделью Bell-Delaware      |

**ВНИМАНИЕ.** После изменения режима, спецификации, геометрии, корреляций, сопротивлений загрязнения или связей статус объекта изменяется на «Изменено». Ранее показанные результаты становятся неактуальными до повторного расчета схемы.

### 3.10.16. МНОГОПОТОЧНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК

Многопоточный теплообменник предназначен для совместного теплового расчета нескольких горячих и холодных сторон в одном аппарате. Для каждой стороны задаются входной и выходной материальные потоки, роль в теплообмене, расчетная спецификация и падение давления. Одна из сторон может рассчитываться из общего теплового баланса, тогда как для остальных сторон пользователь задает независимые спецификации.

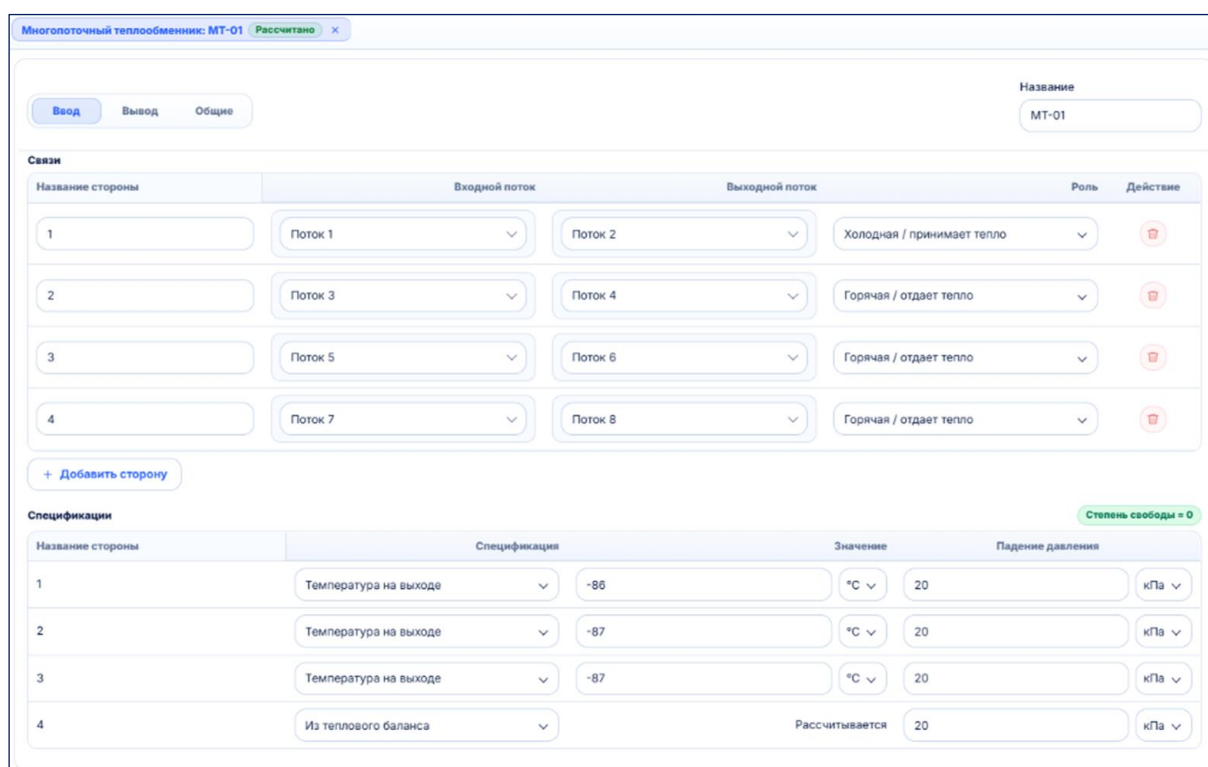
Карточка объекта содержит вкладки «Ввод», «Вывод» и «Общие». На вкладке «Ввод» формируется состав сторон и замыкается расчетная задача, на вкладке «Вывод» контролируются

тепловой баланс, рассчитанные параметры каждой стороны и температурный профиль. Общие свойства объекта и связи используются по тем же правилам, что и для другого оборудования технологической схемы.

Рекомендуемый порядок настройки многопоточного теплообменника:

1. Добавьте многопоточный теплообменник на схему или откройте существующий объект и задайте понятное наименование.
2. На вкладке «Ввод» создайте требуемое количество сторон. Для каждой стороны задайте название, входной поток, выходной поток и роль «Горячая / отдает тепло» или «Холодная / принимает тепло».
3. Для каждой стороны выберите расчетную спецификацию, введите ее значение и единицу измерения. Для стороны, значение которой должно определяться общим балансом, выберите спецификацию «Из теплового баланса».
4. Задайте падение давления каждой стороны и проверьте, что все входные и выходные потоки подключены к соответствующим портам объекта.
5. Проверьте индикатор степени свободы. Для замкнутой расчетной задачи значение должно быть равно нулю.
6. Запустите расчет схемы. После завершения откройте вкладку «Вывод» и проверьте тепловой баланс, температурные напоры и параметры всех сторон.
7. Проанализируйте температурный профиль и убедитесь, что фактические роли сторон соответствуют ожидаемым, а минимальный температурный напор допустим для рассматриваемой задачи. Настройка связей и спецификаций многопоточного теплообменника показана на рисунке 145.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** После добавления или удаления стороны необходимо повторно проверить связи, спецификации и степень свободы, а затем выполнить новый расчет.



Многопоточный теплообменник: MT-01 Рассчитано ×

Название: MT-01

Ввод Вывод Общие

**Связи**

| Название стороны | Входной поток | Выходной поток | Роль                       | Действие |
|------------------|---------------|----------------|----------------------------|----------|
| 1                | Поток 1       | Поток 2        | Холодная / принимает тепло |          |
| 2                | Поток 3       | Поток 4        | Горячая / отдает тепло     |          |
| 3                | Поток 5       | Поток 6        | Горячая / отдает тепло     |          |
| 4                | Поток 7       | Поток 8        | Горячая / отдает тепло     |          |

[+ Добавить сторону](#)

**Спецификации**

| Название стороны | Спецификация          | Значение       | Единица | Падение давления | Единица |
|------------------|-----------------------|----------------|---------|------------------|---------|
| 1                | Температура на выходе | -86            | °C      | 20               | кПа     |
| 2                | Температура на выходе | -87            | °C      | 20               | кПа     |
| 3                | Температура на выходе | -87            | °C      | 20               | кПа     |
| 4                | Из теплового баланса  | Рассчитывается |         | 20               | кПа     |

Степень свободы = 0

Рисунок 145. Настройка связей и спецификаций многопоточного теплообменника



Связи, роли и спецификации сторон многопоточного теплообменника приведены в таблице 94.

Таблица 94. Элементы настройки многопоточного теплообменника

| Раздел или элемент | Назначение                                                           | Действия пользователя и результат                                                                                                                |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Название стороны   | Идентифицирует отдельный расчетный тракт аппарата                    | Введите краткое уникальное наименование, позволяющее сопоставить сторону с потоками на схеме                                                     |
| Входной поток      | Связывает сторону с поступающим материальным потоком                 | Выберите поток из доступных связей проекта. Один и тот же поток не следует назначать взаимоисключающим связям                                    |
| Выходной поток     | Связывает сторону с материальным потоком после теплообмена           | Выберите поток, принимающий рассчитанное состояние стороны на выходе                                                                             |
| Роль               | Определяет ожидаемое направление теплопередачи                       | Назначьте холодной стороне роль «принимает тепло», горячей – «отдает тепло». После расчета сопоставьте ожидаемую и фактическую роли              |
| Добавить сторону   | Создает дополнительный тракт теплообмена                             | Нажмите кнопку, затем заполните связи, роль и спецификацию новой стороны                                                                         |
| Удаление стороны   | Исключает выбранную сторону из конфигурации                          | Используйте кнопку с пиктограммой удаления только после проверки, что сторона больше не требуется; связанные настройки будут исключены из задачи |
| Спецификация       | Определяет известный параметр стороны или расчет из общего баланса   | Выберите доступную спецификацию. На рисунке три стороны заданы по температуре на выходе, четвертая рассчитывается из теплового баланса           |
| Значение и единица | Задают числовое значение выбранной спецификации                      | Введите значение и выберите локальную единицу измерения. Изменение единицы в строке не изменяет глобальный набор единиц проекта                  |
| Падение давления   | Задаёт снижение давления между входом и выходом стороны              | Укажите значение отдельно для каждой стороны и выберите единицу измерения                                                                        |
| Степень свободы    | Показывает число недостающих или избыточных независимых спецификаций | Перед запуском расчета добейтесь значения 0. Ненулевое значение означает, что задача не замкнута или переопределена                              |

Пиктограмма многопоточного теплообменника формируется динамически. Количество присоединительных линий и портов соответствует настроенным сторонам, входным и выходным

потокам. После добавления или удаления стороны внешний вид объекта перестраивается автоматически. Визуальная конфигурация показывает структуру подключений, но не заменяет проверку связей и спецификаций в карточке объекта. Отображение многопоточного теплообменника с четырьмя сторонами на схеме показано на рисунке 146.

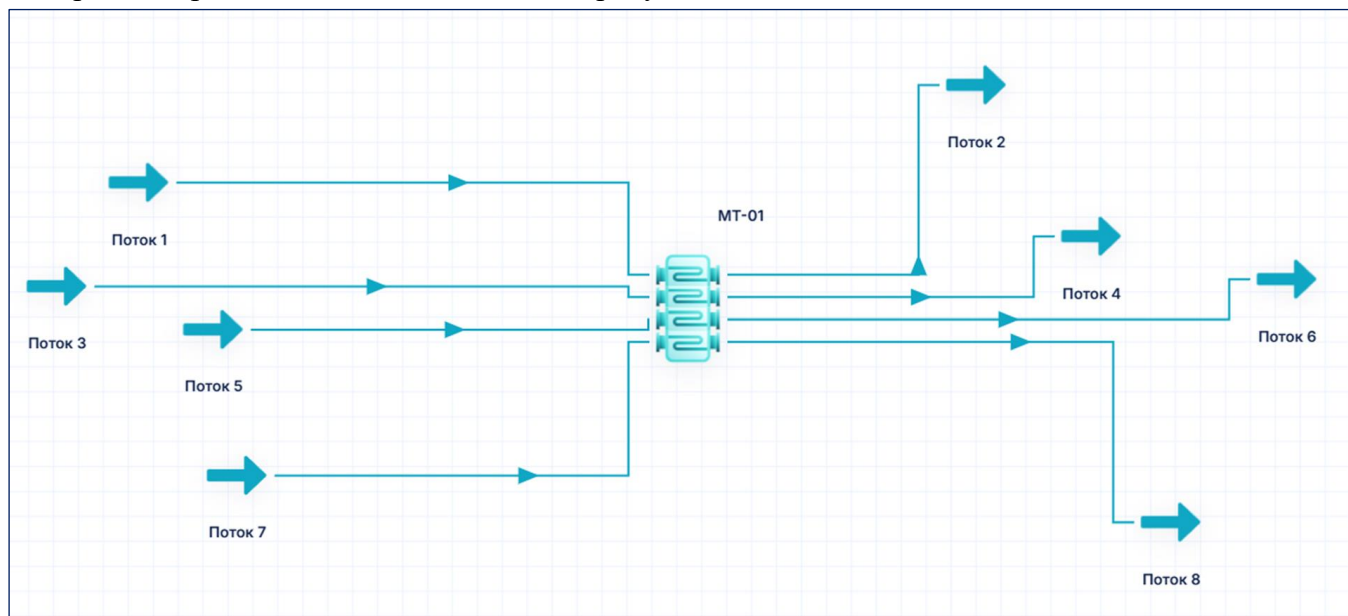
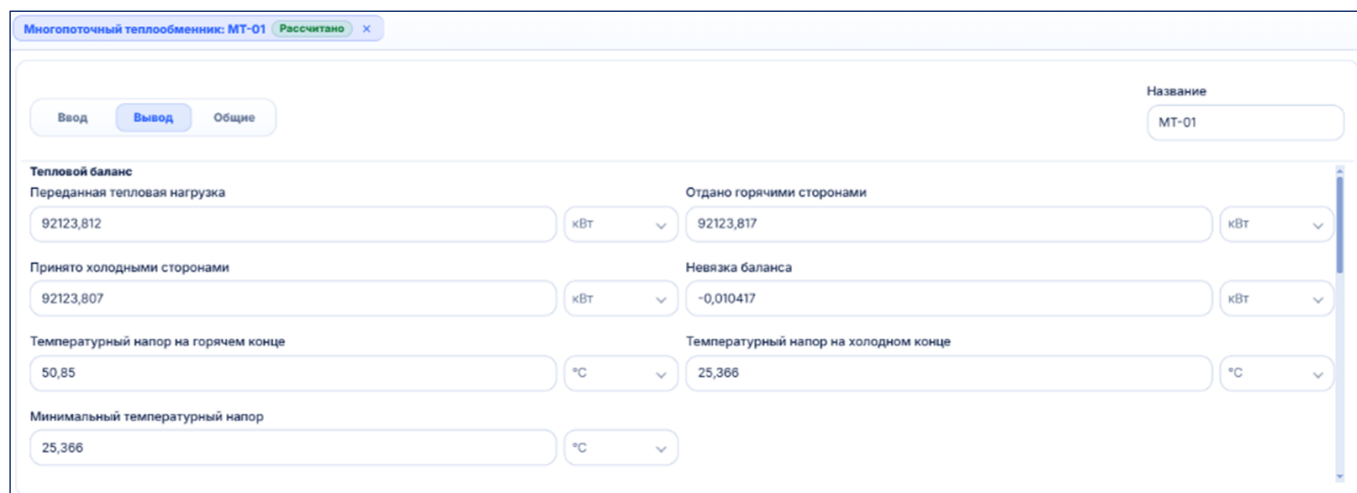


Рисунок 146. Отображение многопоточного теплообменника с четырьмя сторонами на схеме

Элементы отображения многопоточного теплообменника на схеме приведены в таблице 95. Тепловой баланс многопоточного теплообменника показан на рисунке 147.

Таблица 95. Элементы динамического отображения многопоточного теплообменника

| Раздел или элемент          | Назначение                                                      | Действия пользователя и результат                                                               |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Составная пиктограмма       | Графически объединяет настроенные стороны в один объект         | Используйте ее для визуальной проверки числа трактов и расположения присоединений               |
| Входные порты               | Формируются по числу назначенных входных потоков                | Сопоставьте каждую входную линию с выбранным в карточке входным потоком соответствующей стороны |
| Выходные порты              | Формируются по числу назначенных выходных потоков               | Проверьте, что каждый выход подключен к потоку, выбранному в строке стороны                     |
| Подписи потоков             | Показывают на схеме наименования связанных материальных потоков | Используйте подписи для проверки маршрута каждой стороны от входа к выходу                      |
| Автоматическое перестроение | Обновляет число линий и портов после изменения состава сторон   | После изменения конфигурации визуально проверьте объект и повторно рассчитайте схему            |



Многопоточный теплообменник: MT-01 Рассчитано ×

Ввод Вывод Общие Название: MT-01

**Тепловой баланс**

Переданная тепловая нагрузка: 92123,812 кВт

Отдано горячими сторонами: 92123,817 кВт

Принято холодными сторонами: 92123,807 кВт

Невязка баланса: -0,010417 кВт

Температурный напор на горячем конце: 50,85 °C

Температурный напор на холодном конце: 25,366 °C

Минимальный температурный напор: 25,366 °C

Рисунок 147. Тепловой баланс многопоточного теплообменника

Показатели теплового баланса многопоточного теплообменника приведены в таблице 96. Результаты по сторонам и температурный профиль многопоточного теплообменника показаны на рисунке 148.

Таблица 96. Показатели теплового баланса многопоточного теплообменника

| Раздел или элемент                    | Назначение                                                    | Действия пользователя и результат                                                                                          |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Переданная тепловая нагрузка          | Показывает суммарную мощность теплопередачи между сторонами   | Используйте как основной интегральный показатель аппарата                                                                  |
| Отдано горячими сторонами             | Суммирует тепло, переданное горячими сторонами                | Сопоставьте с теплом, принятым холодными сторонами                                                                         |
| Принято холодными сторонами           | Суммирует тепло, полученное холодными сторонами               | Сопоставьте со значением горячих сторон и оцените невязку                                                                  |
| Невязка баланса                       | Показывает остаточное расхождение теплового баланса           | Оцените величину относительно переданной нагрузки; заметное расхождение требует проверки исходных данных и статуса расчета |
| Температурный напор на горячем конце  | Разность температур сторон на горячем конце общей координаты  | Проверьте положительное и технологически допустимое значение                                                               |
| Температурный напор на холодном конце | Разность температур сторон на холодном конце общей координаты | Проверьте положительное и технологически допустимое значение                                                               |
| Минимальный температурный напор       | Наименьшее сближение температур по длине аппарата             | Используйте для оценки наиболее критической точки теплообмена                                                              |

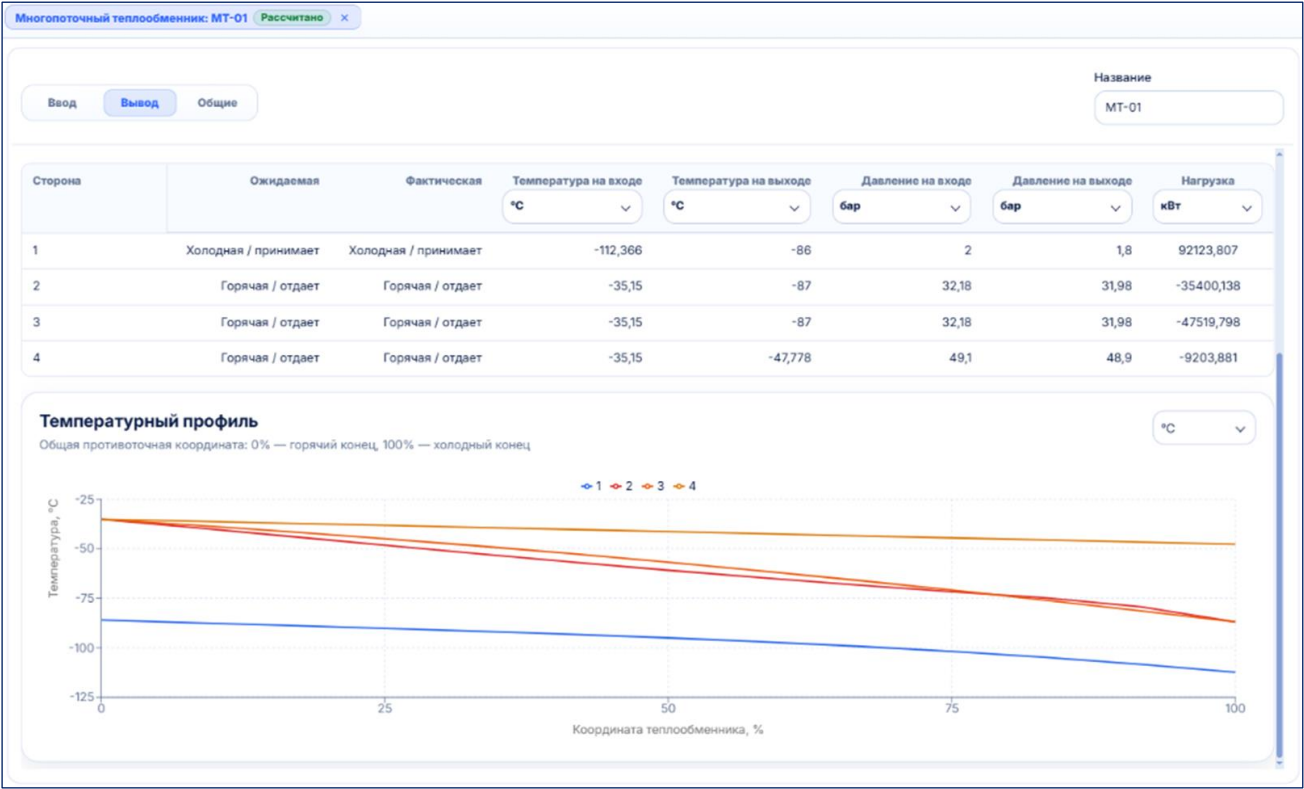


Рисунок 148. Результаты по сторонам и температурный профиль многопоточного теплообменника

Результаты по сторонам и элементы анализа температурного профиля приведены в таблице 97.

Таблица 97. Элементы анализа результатов многопоточного теплообменника

| Раздел или элемент            | Назначение                                                 | Действия пользователя и результат                                                                      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сторона                       | Идентифицирует расчетный тракт в таблице и на графике      | Сопоставляйте номер с конфигурацией на вкладке «Ввод»                                                  |
| Ожидаемая роль                | Отражает роль, заданную пользователем                      | Проверьте соответствие назначению стороны                                                              |
| Фактическая роль              | Показывает рассчитанное направление передачи тепла         | Несоответствие ожидаемой роли требует проверки температур и спецификаций                               |
| Температура на входе / выходе | Показывает рассчитанные граничные температуры стороны      | При необходимости выберите локальную единицу в заголовке столбца; глобальный набор единиц не изменится |
| Давление на входе / выходе    | Показывает давление и фактическое падение давления стороны | Сопоставьте с заданным падением давления и ограничениями процесса                                      |
| Нагрузка                      | Показывает вклад стороны в общий тепловой баланс           | Контролируйте знак и величину в соответствии с фактической ролью                                       |

| Раздел или элемент             | Назначение                                                                | Действия пользователя и результат                                                            |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Температурный профиль          | Отображает изменение температур всех сторон по общей расчетной координате | Проверяйте взаимное расположение кривых и участок минимального температурного напора         |
| Общая противоточная координата | Нормирует длину теплообмена от горячего конца к холодному                 | Используйте шкалу 0-100 % для сопоставления профилей сторон с разными направлениями движения |

**ВНИМАНИЕ.** Статус «Рассчитано» подтверждает успешное завершение последнего запуска, но после изменения связей, состава сторон, спецификаций или падения давления результаты становятся неактуальными до повторного расчета схемы.

### 3.10.17. СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИЙ РЕАКТОР

Стехиометрический реактор рассчитывает превращение по выбранной стехиометрической реакции. Реакция должна быть подготовлена в проекте, а участвующие компоненты – присутствовать в расчетном списке компонентов и входном потоке.

Порядок настройки и проверки стехиометрического реактора:

1. Подключите один рассчитанный входной и один выходной материальный поток. При необходимости подключите один энергетический поток.
  2. На вкладке «Ввод» выберите реакцию. БАЗИС показывает ее уравнение для проверки состава реагентов и продуктов.
  3. Выберите реагент как компонент конверсии и задайте конверсию от 0 до 100 %.
  4. Выберите спецификацию температуры: «Адиабатический», «Температура входного потока» или «Заданная температура реактора». Для заданной температуры заполните появившееся поле.
  5. Задайте потерю давления, запустите расчет и проверьте сообщения объекта. Фактическая конверсия может быть ограничена доступным количеством реагентов.
  6. На вкладке «Вывод» проверьте заданную и фактическую конверсии, степень реакции, температуры, давление, теплоту реакции и невязку энергетического баланса.
- Входные параметры стехиометрического реактора показаны на рисунке 149.

Стехиометрический реактор: P-02

Рассчитано

×

Ввод

Вывод

Рабочая книга

Общие

Название

P-02

Реакция

Реакция 1

▼

Уравнение

CH<sub>4</sub> + 2 O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + 2 H<sub>2</sub>O

Компонент конверсии

Метан

▼

Конверсия

100

%

▼

Спецификация температуры

Адиабатический

▼

Потеря давления

1

бар

▼

Рисунок 149. Входные параметры стехиометрического реактора

Назначение элементов редактора стехиометрического реактора приведено в таблице 98.

Таблица 98. Элементы редактора стехиометрического реактора

| Элемент или раздел       | Назначение                                                   | Порядок работы и результат                                                                   |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Реакция                  | Выбор расчетной реакции проекта                              | Выберите подготовленную сбалансированную стехиометрическую реакцию                           |
| Уравнение                | Проверка стехиометрии                                        | Сверьте отображаемые реагенты, продукты и коэффициенты до запуска расчета                    |
| Компонент конверсии      | Определяет реагент, относительно которого задано превращение | Выберите компонент из реагентов выбранной реакции                                            |
| Конверсия                | Задаёт требуемую долю превращения компонента                 | Введите значение от 0 до 100 %                                                               |
| Спецификация температуры | Определяет тепловую постановку реактора                      | Выберите адиабатический режим, температуру входного потока или заданную температуру реактора |
| Потеря давления          | Гидравлическая потеря реактора                               | Введите неотрицательное значение в выбранной единице                                         |

| Элемент или раздел   | Назначение                           | Порядок работы и результат                                                                                                            |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Энергетический поток | Передает тепловую нагрузку           | Подключите поток, если выбранная постановка предусматривает внешнюю энергетическую связь                                              |
| Вывод                | Результат стехиометрического расчета | Проверьте заданную и фактическую конверсии, степень реакции, температуры, давление, теплоту реакции и невязку энергетического баланса |
| Рабочая книга        | Контроль состояний и составов        | Сопоставьте входной и выходной потоки и проверьте изменение количества реагентов и продуктов                                          |
| Общие                | Связи и представление                | Проверьте материальные и энергетическую связи, пакет свойств и параметры отображения объекта                                          |

Результаты расчета стехиометрического реактора показаны на рисунке 150.



Стехиометрический реактор: P-02

Рассчитано

×

Ввод

Вывод

Рабочая книга

Общие

Название

P-02

| Параметр                        | Значение   | Ед      |
|---------------------------------|------------|---------|
| Компонент конверсии             | Метан      | -       |
| Заданная конверсия              | 100.0      | %       |
| Фактическая конверсия           | 100.0      | %       |
| Степень реакции                 | 15.43      | кмоль/ч |
| Температура на выходе           | 2873       | °C      |
| Температура в реакторе          | 2873       | °C      |
| Давление на выходе              | 9.000      | бар     |
| Потеря давления                 | 1.000      | бар     |
| Теплота реакции                 | -3439      | кВт     |
| Невязка энергетического баланса | -0.0001067 | кВт     |

Рисунок 150. Результаты расчета стехиометрического реактора

### 3.10.18. РЕАКТОР ГИББСА

Реактор Гиббса определяет равновесный состав путем минимизации энергии Гиббса с сохранением элементного баланса. Пользователь выбирает температурную постановку, задает потерю давления и ограничение числа итераций. Входные параметры реактора Гиббса показаны на рисунке 151.

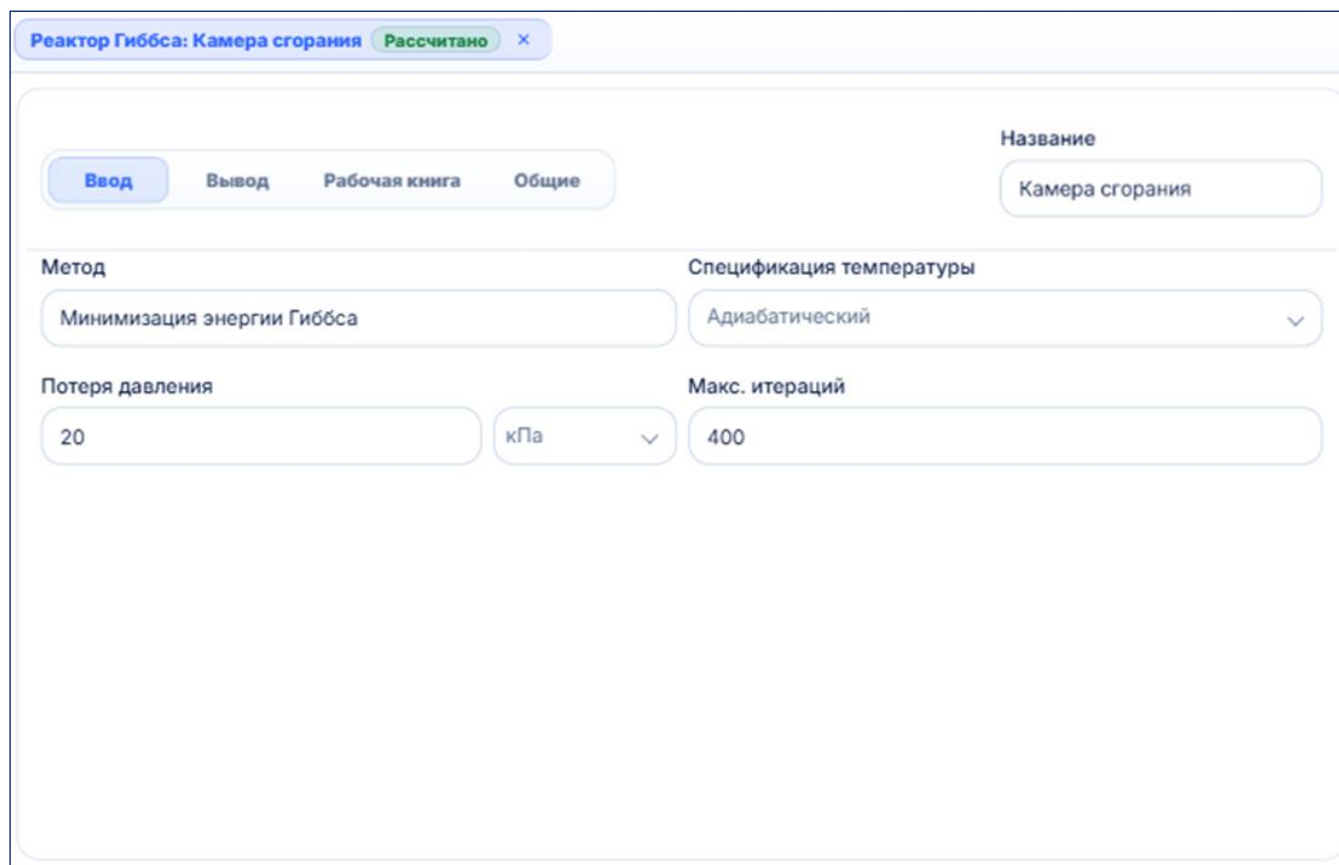


Рисунок 151. Входные параметры реактора Гиббса

Назначение элементов редактора реактора Гиббса приведено в таблице 99.

Таблица 99. Элементы редактора реактора Гиббса

| Элемент или раздел       | Назначение                       | Порядок работы и результат                                                                                                                                                                     |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Метод                    | Расчет равновесного состава      | В текущем редакторе используется «Минимизация энергии Гиббса». Поле носит информационный характер                                                                                              |
| Спецификация температуры | Определение температуры реактора | «Адиабатический» определяет температуру по энергетическому балансу; «Температура входного потока» использует входную температуру; «Заданная температура реактора» открывает поле ручного ввода |
| Потеря давления          | Гидравлическая потеря реактора   | Введите потерю давления в выбранной единице; БАЗИС использует ее при определении выходного давления                                                                                            |
| Макс. итераций           | Ограничение работы решателя      | Задаёт верхнее число итераций численного решения. Увеличивайте только после проверки состава, пакета свойств и исходной постановки                                                             |

| Элемент или раздел | Назначение                     | Порядок работы и результат                                                                                                                     |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вывод              | Результат равновесного расчета | Показывает выходную и реакторную температуру, выходное давление, потерю давления, тепловую нагрузку, число итераций и изменение энергии Гиббса |
| Рабочая книга      | Контроль превращения           | Сопоставляет входные и выходной потоки по состояниям и составам. Используйте для проверки продуктов реакции и балансов                         |
| Общие              | Связи и представление          | Показывает входные и выходной потоки, пакет свойств, координаты, масштаб пиктограммы и примечание                                              |

На вкладке «Вывод» проверьте температуры реактора и выходного потока, выходное давление, потерю давления, тепловую нагрузку, число итераций и изменение энергии Гиббса. Результаты расчета реактора Гиббса показаны на рисунке 152.

Реактор Гиббса: Камера сгорания

Рассчитано

×

Ввод

Вывод

Рабочая книга

Общие

Название

Камера сгорания

| Параметр                 | Значение   | Ед  |
|--------------------------|------------|-----|
| Температура на выходе    | 2040       | °C  |
| Температура в реакторе   | 2040       | °C  |
| Давление на выходе       | 10.41      | бар |
| Потеря давления          | 0.2000     | бар |
| Тепловая нагрузка        | -3.417E-09 | МВт |
| Итерации решателя        | 1          | -   |
| Изменение энергии Гиббса | -65.69     | МВт |

Рисунок 152. Результаты расчета реактора Гиббса

### 3.10.19. САТУРАТОР

Сатуратор предназначен для задания целевого содержания воды в газовом материальном потоке. Пользователь выбирает один из доступных показателей влажности и задает его значение;

после расчета БАЗИС приводит взаимосвязанные показатели влажности к единому состоянию и определяет точку росы по воде. Объект применяется только при наличии в списке компонентов воды и корректно заданного входного потока.

Порядок настройки сатуратора:

1. Добавьте объект «Сатуратор» на схему, подключите входной и выходной материальные потоки и откройте карточку объекта.
2. На вкладке «Ввод» задайте понятное название объекта и в поле «Спецификация влажности» выберите показатель, в котором известна целевая влажность газа.
3. Введите значение спецификации и выберите единицу измерения. Единица должна соответствовать выбранному показателю и исходным инженерным данным.
4. Запустите расчет схемы. Если в заголовке сохраняется статус «Недостаточно данных», проверьте подключение входного потока, наличие воды в списке компонентов, пакет свойств и заполнение спецификации.
5. Проверьте сообщения объекта. При предупреждении о превышении насыщения измените рабочие условия или задайте достижимое целевое значение.
6. На вкладке «Вывод» сопоставьте рассчитанные показатели влажности и точку росы по воде с исходным заданием. Выбор спецификации влажности сатуратора показан на рисунке 153.

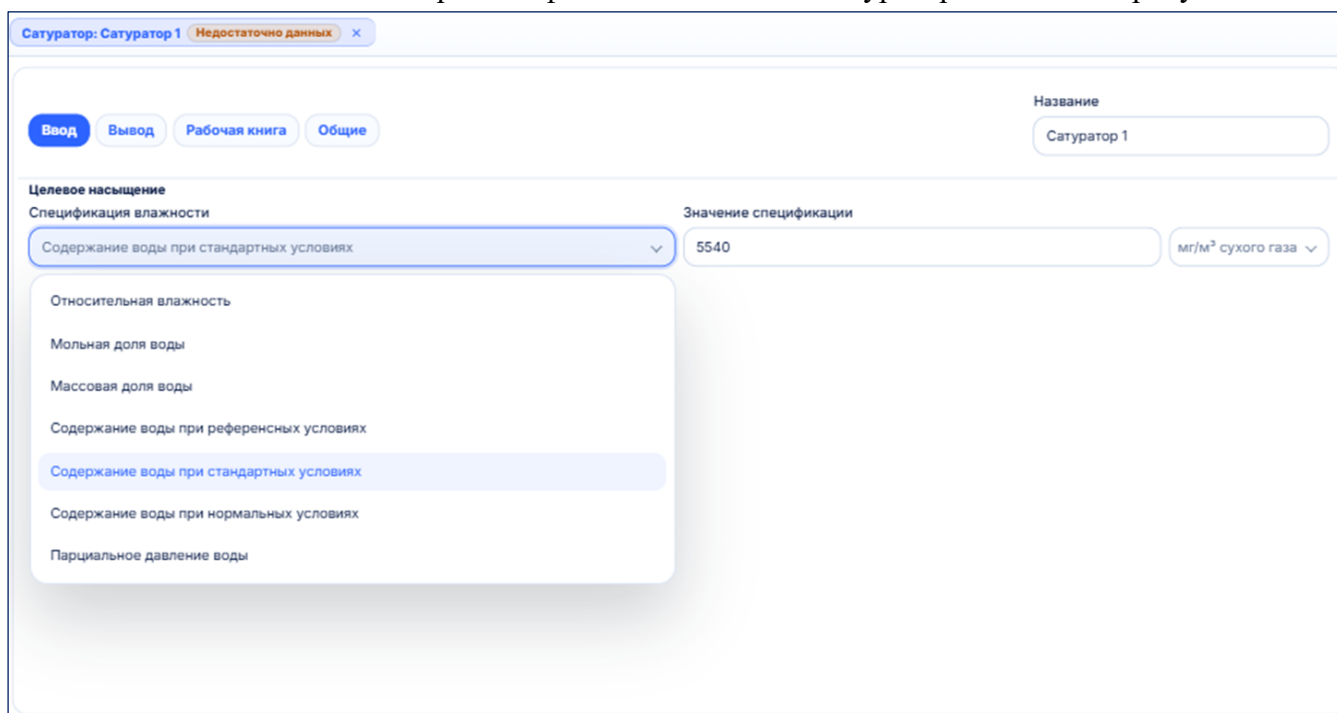


Рисунок 153. Выбор спецификации влажности сатуратора

Виды спецификаций влажности и элементы вкладки «Ввод» сатуратора приведены в таблице 100. Предупреждение о превышении насыщения в сатураторе показано на рисунке 154.

Таблица 100. Элементы ввода сатуратора и виды спецификаций влажности

| Раздел или элемент | Назначение                               | Действия пользователя и результат                                                      |
|--------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Статус в заголовке | Показывает готовность объекта к расчету, | При недостатке данных проверьте связи, состав, пакет свойств и заполнение спецификации |

| Раздел или элемент                       | Назначение                                                                                        | Действия пользователя и результат                                                                       |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | например «Недостаточно данных» или «Рассчитано»                                                   |                                                                                                         |
| Относительная влажность                  | Задаёт отношение фактического содержания водяного пара к состоянию насыщения при текущих условиях | Используйте процентную единицу и контролируйте достижимость значения при рабочих температуре и давлении |
| Мольная доля воды                        | Задаёт содержание воды на мольной основе                                                          | Значение должно соответствовать выбранному базису представления долей                                   |
| Массовая доля воды                       | Задаёт содержание воды на массовой основе                                                         | Не смешивайте массовую и мольную основы при переносе исходных данных                                    |
| Содержание воды при референсных условиях | Задаёт количество воды, отнесенное к объёму сухого газа при референсных условиях                  | Используйте единицу, указанную рядом с полем, и принятые в проекте референсные условия                  |
| Содержание воды при стандартных условиях | Задаёт количество воды, отнесенное к объёму сухого газа при стандартных условиях                  | Применяйте, когда исходные данные нормированы к стандартным условиям                                    |
| Содержание воды при нормальных условиях  | Задаёт количество воды, отнесенное к объёму сухого газа при нормальных условиях                   | Применяйте только для данных, нормированных к нормальным условиям                                       |
| Парциальное давление воды                | Задаёт вклад водяного пара в общее давление смеси                                                 | Выберите единицу давления, соответствующую исходным данным                                              |
| Значение спецификации                    | Содержит числовое целевое значение выбранного показателя влажности                                | После смены вида спецификации проверьте число и единицу заново                                          |
| Единица измерения                        | Задаёт единицу локально для выбранной спецификации                                                | Смена единицы в карточке не требует изменения глобального набора единиц проекта                         |
| Название                                 | Задаёт отображаемое имя объекта                                                                   | Используйте уникальное технологическое обозначение                                                      |

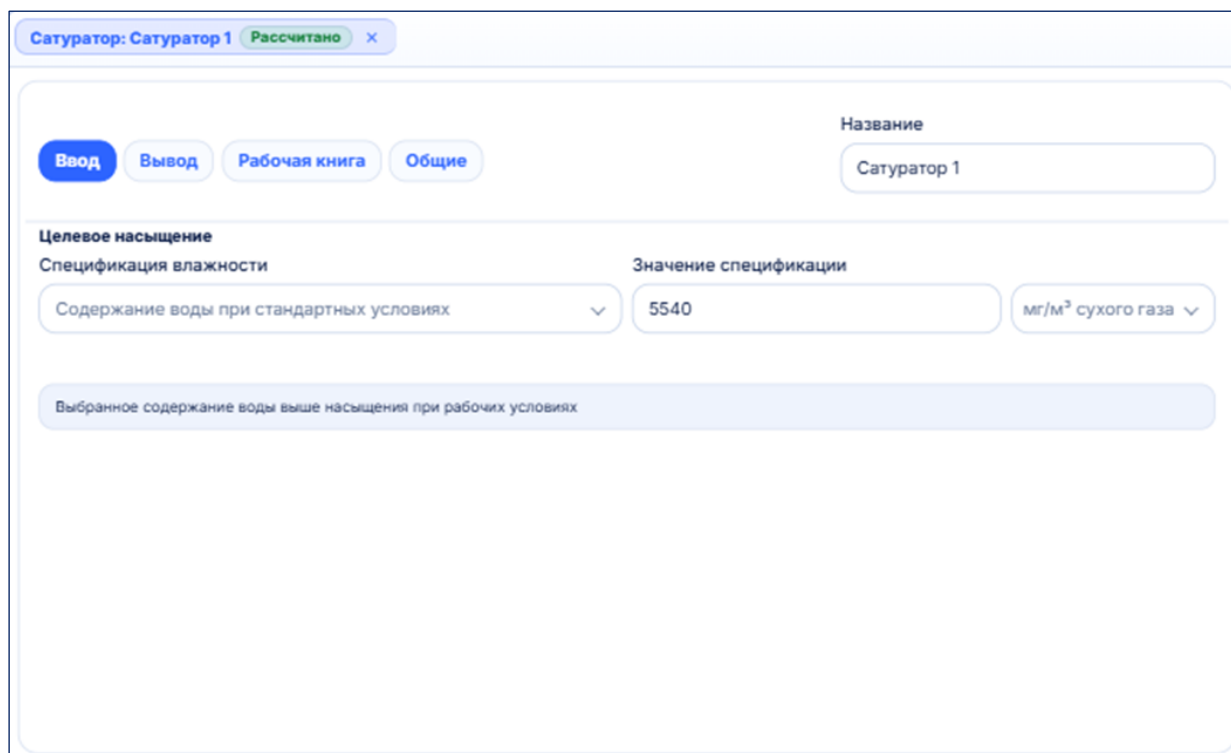


Рисунок 154. Предупреждение о превышении насыщения в сатураторе

Причины предупреждения о превышении насыщения и действия пользователя приведены в таблице 101. Результаты расчета сатуратора показаны на рисунке 155.

Таблица 101. Интерпретация предупреждения сатуратора

| Раздел или элемент               | Назначение                                                                                                       | Действия пользователя и результат                                                                            |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сообщение о превышении насыщения | Указывает, что заданное содержание воды выше содержания, соответствующего насыщению при текущих рабочих условиях | Не трактуйте рассчитанный статус как подтверждение физической реализуемости пересыщенного газового состояния |
| Проверка температуры и давления  | Рабочие температура и давление определяют предельное содержание воды в газовой фазе                              | Проверьте входной поток и условия последующего оборудования                                                  |
| Корректировка спецификации       | Позволяет задать достижимое значение влажности                                                                   | Уменьшите целевое содержание воды либо выберите другой обоснованный показатель влажности                     |
| Корректировка условий            | Позволяет изменить предел насыщения за счет изменения рабочих условий                                            | Изменяйте условия только в соответствии с технологической постановкой и повторяйте расчет схемы              |

Сатуратор: Сатуратор 1 Рассчитано ×

Название  
Сатуратор 1

Ввод **Вывод** Рабочая книга Общие

**Показатели влажности**

| Параметр                                 | Значение    | Ед                |
|------------------------------------------|-------------|-------------------|
| Относительная влажность                  | 1148        | %                 |
| Мольная доля воды                        | 0.007343    | -                 |
| Массовая доля воды                       | 0.007861    | -                 |
| Содержание воды при референсных условиях | 5540        | мг/м³ сухого газа |
| Содержание воды при стандартных условиях | 5540        | мг/м³ сухого газа |
| Содержание воды при нормальных условиях  | 5945.637928 | мг/м³ сухого газа |
| Точка росы по воде                       | 43.44       | °C                |

Рисунок 155. Результаты расчета сатуратора

Показатели влажности на вкладке «Вывод» сатуратора приведены в таблице 102.

Таблица 102. Показатели влажности на вкладке «Вывод» сатуратора

| Раздел или элемент                       | Назначение                                                              | Действия пользователя и результат                                     |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Относительная влажность                  | Показывает степень приближения к насыщению в процентах                  | Значение выше 100 % требует проверки сообщения о превышении насыщения |
| Мольная доля воды                        | Показывает содержание воды на мольной основе                            | Используйте для сопоставления с мольным составом потока               |
| Массовая доля воды                       | Показывает содержание воды на массовой основе                           | Используйте для массовых балансов и спецификаций                      |
| Содержание воды при референсных условиях | Показывает содержание воды в пересчете на референсный объем сухого газа | Сопоставляйте только с данными на тех же референсных условиях         |
| Содержание воды при стандартных условиях | Показывает содержание воды в пересчете на стандартный объем сухого газа | Используйте для проверки заданной стандартной спецификации            |



| Раздел или элемент                      | Назначение                                                             | Действия пользователя и результат                                    |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Содержание воды при нормальных условиях | Показывает содержание воды в пересчете на нормальный объем сухого газа | Учитывайте отличие нормальных условий от стандартных и референсных   |
| Точка росы по воде                      | Показывает температуру начала конденсации воды при давлении потока     | Сопоставьте с минимальной температурой последующего участка процесса |
| Список единиц                           | Изменяет единицу отображения отдельного результата                     | Локальная смена единицы не изменяет глобальный набор единиц проекта  |

**ВНИМАНИЕ.** Если целевая влажность превышает насыщение при рабочих условиях, БАЗИС показывает предупреждение. До использования результата в инженерных выводах задайте физически достижимую спецификацию либо обоснованно измените температуру или давление потока.

### 3.10.20. КЛАПАН

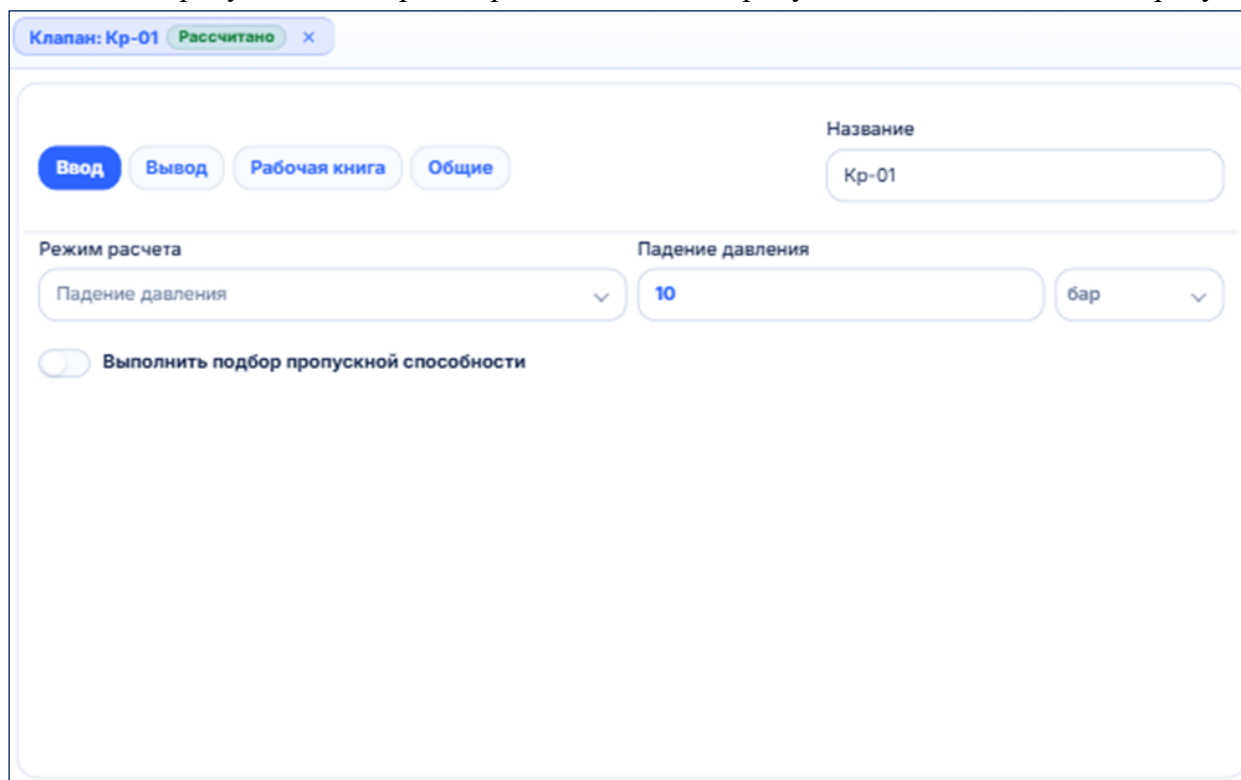
Клапан предназначен для снижения давления материального потока. Расчет выполняется как изоэнтальпийное дросселирование: энтальпия выходного потока принимается равной энтальпии входного потока, а температура на выходе определяется пакетом свойств при рассчитанном давлении. Клапан не повышает давление; давление на выходе должно быть ниже входного.

Редактор использует стандартные вкладки оборудования «Ввод», «Вывод», «Рабочая книга» и «Общие». На вкладке «Ввод» доступны три режима: «Падение давления», «Давление на выходе» и «Расчет на основе пропускной способности». В первых двух режимах давление задается непосредственно, а переключатель «Выполнить подбор пропускной способности» дополнительно рассчитывает  $C_v/K_v$  по рабочей точке. В третьем режиме пользователь задает номинальный  $C_v$  или  $K_v$  и положение клапана, а выходное давление определяется расчетом.

Порядок настройки и проверки клапана:

1. Подключите рассчитанный входной и выходной материальные потоки.
2. На вкладке «Ввод» выберите режим расчета. Для режима «Падение давления» задайте перепад; для режима «Давление на выходе» — требуемое абсолютное давление выходного потока. Для режима «Расчет на основе пропускной способности» выберите расчетную среду и задайте номинальный  $C_v$  или  $K_v$  в требуемой единице.
3. Для прямого расчета по пропускной способности задайте открытие клапана, характеристику и коэффициент  $F_r$ ; для газа дополнительно задайте  $xT$ . Если выбран режим по давлению и требуется только определить  $C_v/K_v$  по рассчитанной рабочей точке, включите «Выполнить подбор пропускной способности» и заполните те же параметры среды и открытия.
4. Запустите расчет схемы. Проверьте состояние объекта и сообщения расчета. При недопустимом повышении давления, отсутствии подключений или неприемлемой рабочей точке исправьте исходные данные и повторите расчет.

5. На вкладке «Вывод» проверьте выходное давление и температуру, перепады давления и температуры. Для режима по пропускной способности сопоставьте заданное номинальное и рассчитанное эффективное значение  $C_v/K_v$ ; при дополнительном подборе проверьте рассчитанные номинальные и эффективные значения. Режим расчета по падению давления показан на рисунке 156, а прямой расчет на основе пропускной способности — на рисунке 157.



The screenshot shows a software window titled "Клапан: Кр-01" with a "Рассчитано" button and a close icon. Below the title bar, there are four tabs: "Ввод" (selected), "Вывод", "Рабочая книга", and "Общие". To the right of the tabs is a "Название" field containing "Кр-01". Below the tabs, there are two sections. The first section, "Режим расчета", has a dropdown menu set to "Падение давления". The second section, "Падение давления", has a text input field containing "10" and a unit dropdown menu set to "бар". Below these sections, there is a toggle switch labeled "Выполнить подбор пропускной способности", which is currently turned off.

Рисунок 156. Режим расчета клапана по падению давления

Клапан: Кр-01

Рассчитано

×

Ввод

Вывод

Рабочая книга

Общие

Название

Кр-01

Режим расчета

Расчет на основе пропускной способности

Расчетная среда

Жидкость

Газ

Номинальный Kv

15

Kv (м³/ч/√бар)

Открытие

40

%

Характеристика

Линейная

Fp

1

-

xT

0.7

-

Рисунок 157. Расчет клапана на основе пропускной способности

Три режима работы клапана и параметры расчета пропускной способности приведены в таблице 103. Результаты расчета и дополнительного подбора пропускной способности показаны на рисунке 158.

Таблица 103. Элементы редактора клапана

| Раздел или элемент                      | Назначение                                                                                     |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим расчета                           | Выбирает одну из трех постановок расчета клапана                                               |
| Падение давления                        | Задаёт разность входного и выходного давлений                                                  |
| Давление на выходе                      | Задаёт целевое абсолютное давление                                                             |
| Расчет на основе пропускной способности | Определяет выходное давление по заданным номинальному Cv/Kv, открытию и характеристике клапана |
| Номинальный Cv/Kv                       | Задаёт паспортную пропускную способность и единицу ее представления в прямом режиме            |
| Выполнить подбор пропускной способности | В режимах по давлению дополнительно определяет Cv/Kv по рассчитанной рабочей точке             |
| Расчетная среда                         | Выбирает уравнение пропускной способности                                                      |
| Открытие                                | Задаёт положение клапана                                                                       |

| Раздел или элемент | Назначение                                                |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|
| Характеристика     | Определяет зависимость пропускной способности от открытия |
| Fr                 | Корректирует пропускную способность                       |
| xT                 | Задаёт границу критического перепада для газа             |
| Вкладка «Вывод»    | Показывает состояние и результаты расчета                 |

Клапан: Кр-01

Рассчитано

×

Ввод

Вывод

Рабочая книга

Общие

Название

Кр-01

| Параметр              | Значение | Ед  |
|-----------------------|----------|-----|
| Давление на выходе    | 12       | бар |
| Температура на выходе | 10,0153  | °C  |
| Падение давления      | 10       | бар |
| Перепад температур    | 11,9847  | °C  |

Подбор пропускной способности

| Параметр       | Значение | Ед                       |
|----------------|----------|--------------------------|
| Номинальный Cv | 635.8484 | Cv (галлон США/мин/√psi) |
| Номинальный Kv | 549.9947 | Kv (м³/ч/√бар)           |
| Эффективный Cv | 317.9242 | Cv (галлон США/мин/√psi) |
| Эффективный Kv | 274.9973 | Kv (м³/ч/√бар)           |

Рисунок 158. Результаты расчета и подбора пропускной способности клапана

Номинальные Cv и Kv характеризуют рассчитанную паспортную пропускную способность клапана, а эффективные значения учитывают текущее открытие и выбранную характеристику. Cv и Kv являются разными единицами одной физической пропускной способности; переключение представления не изменяет расчетную модель.

### 3.10.21. ТРУБОПРОВОД

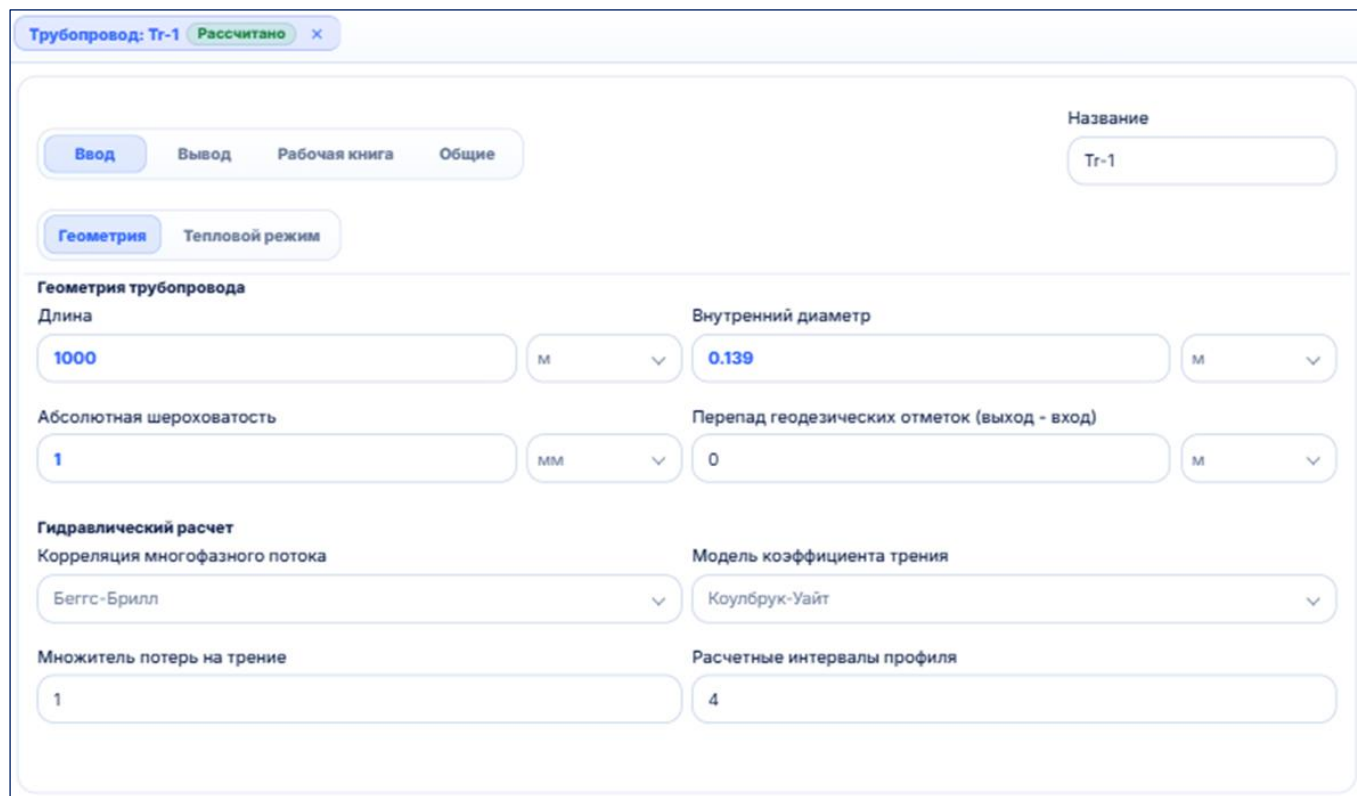
Трубопровод предназначен для расчета распределенного изменения параметров материального потока по длине участка. В расчете учитываются геометрия трубы, шероховатость внутренней поверхности, перепад геодезических отметок, гидравлическое сопротивление, выбранная корреляция многофазного течения и теплообмен с окружающей средой.

Карточка трубопровода содержит общие для оборудования вкладки «Ввод», «Вывод», «Рабочая книга» и «Общие». На вкладке «Ввод» задаются геометрия и тепловой режим, а на вкладке «Вывод» анализируются интегральные результаты и профили давления, температуры, скорости и фазовых характеристик вдоль трассы.

Рекомендуемый порядок настройки и проверки трубопровода:

1. Добавьте трубопровод на схему или откройте существующий объект и задайте его название.
  2. На вкладке «Ввод» откройте раздел «Геометрия» и задайте длину, внутренний диаметр, абсолютную шероховатость и перепад геодезических отметок.
  3. Выберите корреляцию многофазного потока и модель коэффициента трения, при необходимости измените множитель потерь на трение и число расчетных интервалов профиля.
  4. Откройте раздел «Тепловой режим», выберите способ учета теплообмена и заполните параметры, относящиеся к выбранному режиму.
  5. Запустите расчет схемы. После завершения откройте вкладку «Вывод» и проверьте сводные значения перепада давления, выходных параметров и тепловой нагрузки.
  6. Откройте раздел «Профили» и оцените изменение давления и температуры по длине, а также табличные значения фазовых и гидравлических характеристик на расчетных участках.
- Настройка геометрии и гидравлической модели трубопровода показана на рисунке 159.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** После изменения исходных данных статус объекта изменяется на «Изменено». Показанные ранее результаты не следует считать актуальными до повторного расчета схемы.



Трубопровод: Tr-1 Рассчитано ×

Ввод Вывод Рабочая книга Общие

Геометрия Тепловой режим

Название: Tr-1

**Геометрия трубопровода**

Длина: 1000 м Внутренний диаметр: 0.139 м

Абсолютная шероховатость: 1 мм Перепад геодезических отметок (выход - вход): 0 м

**Гидравлический расчет**

Корреляция многофазного потока: Беггс-Брилл Модель коэффициента трения: Коулбрук-Уайт

Множитель потерь на трение: 1 Расчетные интервалы профиля: 4

Рисунок 159. Настройка геометрии и гидравлической модели трубопровода

Геометрические и гидравлические параметры трубопровода приведены в таблице 104. Тепловой режим с заданным общим коэффициентом теплопередачи показан на рисунке 160.

Таблица 104. Элементы настройки геометрии и гидравлического расчета трубопровода

| Раздел или элемент                           | Назначение                                           | Действия пользователя и результат                                                                                |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Длина                                        | Задаёт протяженность расчетного участка              | Введите длину и выберите единицу измерения. Значение используется для построения распределенного профиля         |
| Внутренний диаметр                           | Задаёт проходное сечение трубы                       | Введите внутренний диаметр в выбранной единице. Проверяйте соответствие диаметра фактическому проходному сечению |
| Абсолютная шероховатость                     | Характеризует состояние внутренней поверхности трубы | Введите значение шероховатости и единицу измерения; параметр участвует в расчете потерь на трение                |
| Перепад геодезических отметок (выход – вход) | Задаёт изменение высоты трассы                       | Положительное или отрицательное значение определяет вклад статической составляющей в общий перепад давления      |
| Корреляция многофазного потока               | Определяет метод расчета совместного течения фаз     | Выберите доступную корреляцию, соответствующую условиям задачи. На рисунке выбрана корреляция Беггс-Брилл        |
| Модель коэффициента трения                   | Определяет способ расчета сопротивления трения       | Выберите модель из списка. На рисунке выбрана модель Коулбрук-Уайт                                               |
| Множитель потерь на трение                   | Позволяет масштабировать расчетные потери на трение  | Оставьте 1 для расчета без дополнительной поправки либо задайте обоснованный коэффициент                         |
| Расчетные интервалы профиля                  | Задаёт разбиение длины трубопровода                  | Увеличение числа интервалов повышает детализацию профиля и может увеличить время расчета                         |

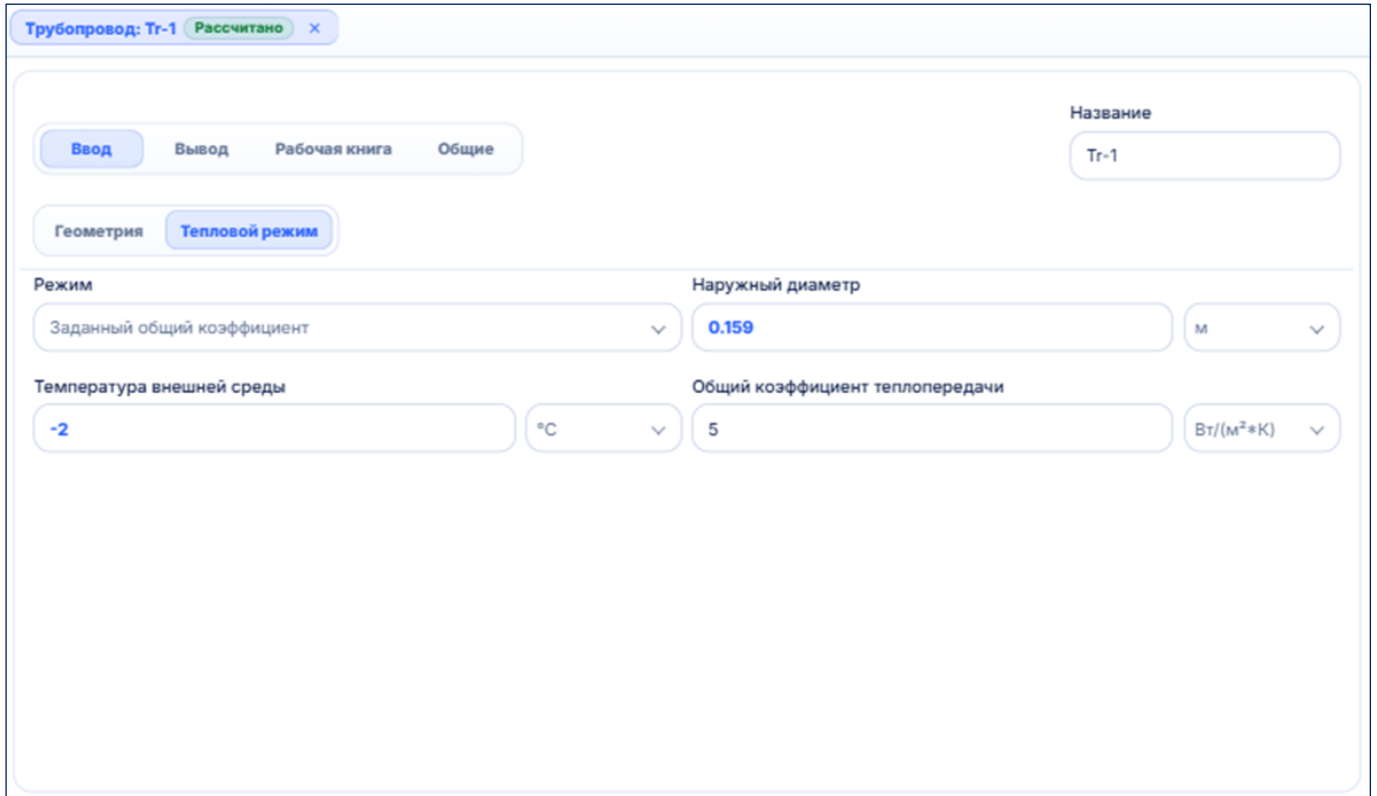


Рисунок 160. Тепловой режим с заданным общим коэффициентом теплопередачи

Параметры теплового режима с заданным общим коэффициентом теплопередачи приведены в таблице 105. Тепловой режим с расчетом по параметрам внешней среды показан на рисунке 161.

Таблица 105. Параметры теплового режима с заданным общим коэффициентом

| Раздел или элемент              | Назначение                                                  | Действия пользователя и результат                                                                                          |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим                           | Определяет способ учета теплообмена                         | Выберите «Заданный общий коэффициент», если коэффициент теплопередачи известен и должен вводиться непосредственно          |
| Наружный диаметр                | Задаёт наружную геометрию трубы для поверхности теплообмена | Введите наружный диаметр и проверьте, что он не меньше внутреннего диаметра                                                |
| Температура внешней среды       | Задаёт температуру окружающей среды вдоль участка           | Введите расчетную температуру с требуемой единицей измерения                                                               |
| Общий коэффициент теплопередачи | Задаёт интенсивность теплообмена потока с внешней средой    | Введите коэффициент в выбранных единицах. БАЗИС использует значение при расчете температурного профиля и тепловой нагрузки |



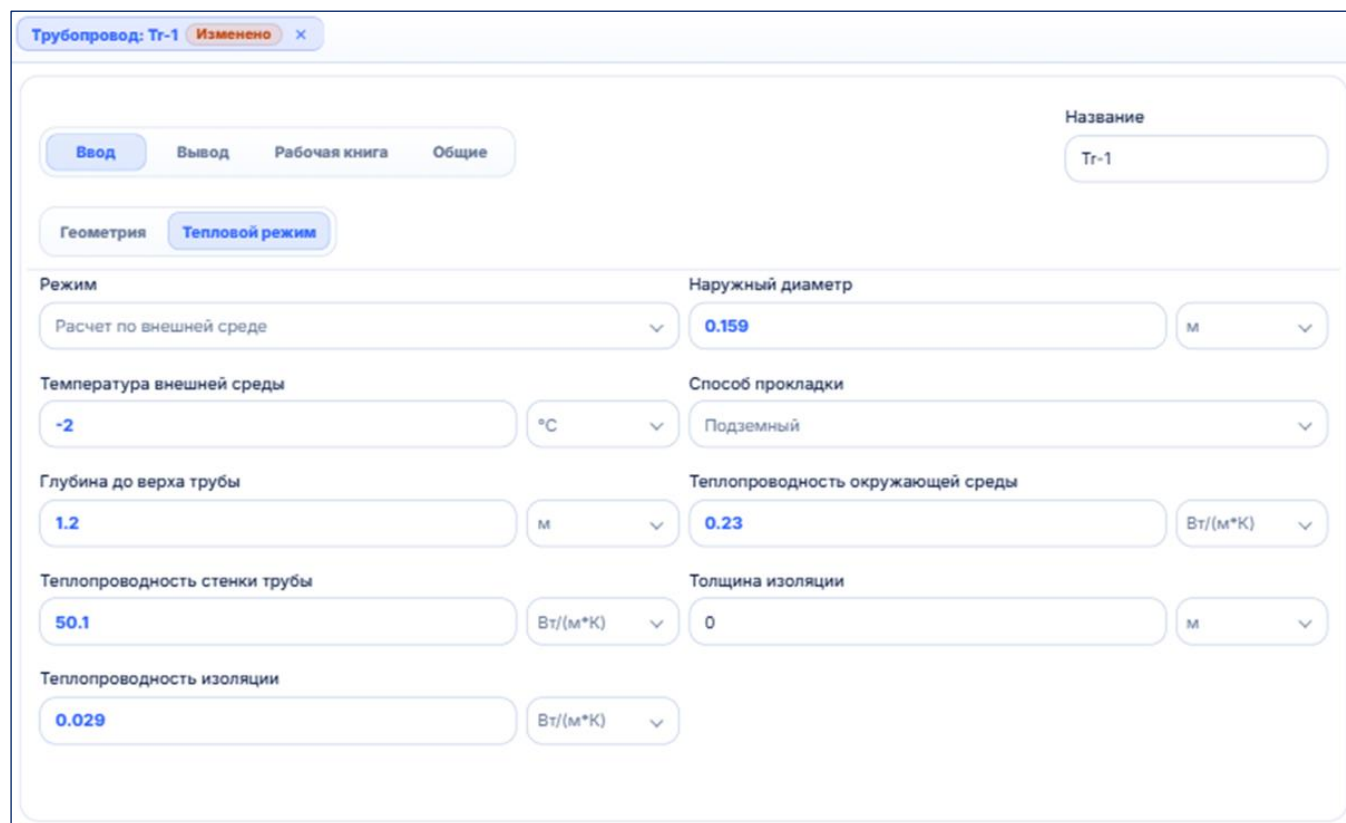


Рисунок 161. Тепловой режим с расчетом по параметрам внешней среды

Параметры расчета теплообмена трубопровода по условиям внешней среды приведены в таблице 106. Сводные результаты расчета трубопровода показаны на рисунке 162.

Таблица 106. Параметры расчета теплопередачи по внешней среде

| Раздел или элемент                | Назначение                                                                                  | Действия пользователя и результат                                                             |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Режим                             | Включает расчет эффективного коэффициента теплопередачи по конструкции и условиям прокладки | Выберите «Расчет по внешней среде». После выбора становятся доступны дополнительные параметры |
| Способ прокладки                  | Определяет набор условий теплообмена с окружающей средой                                    | Выберите фактический способ прокладки. На рисунке показана подземная прокладка                |
| Глубина до верха трубы            | Задаёт положение подземного трубопровода относительно поверхности                           | Введите глубину и единицу измерения для режима подземной прокладки                            |
| Теплопроводность окружающей среды | Характеризует теплопередачу через                                                           | Введите расчетное значение в согласованных единицах                                           |

| Раздел или элемент                  | Назначение                                                  | Действия пользователя и результат                                                                                                   |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | грунт или другую окружающую среду                           |                                                                                                                                     |
| Теплопроводность стенки трубы       | Характеризует материал стенки трубы                         | Введите теплопроводность материала стенки                                                                                           |
| Толщина и теплопроводность изоляции | Задают сопротивление слоя теплоизоляции                     | Введите толщину и теплопроводность изоляции. При отсутствии изоляции используйте параметры, соответствующие фактической конструкции |
| Температура внешней среды           | Задает температуру окружающей среды для расчета теплообмена | Введите значение, соответствующее расчетным условиям эксплуатации                                                                   |

| Трубопровод: Tr-1 <span>Рассчитано</span> <span>×</span>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                          |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|----------|----------|----|------------------|--------|--------------------|------------------|--------|--------------------|--------------------------|---|--------------------|-------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|-----------------------|--------|-------------------|-------------------|----------|--------------------|---------------------------------------------|---|--------------------------|
| <div> <div>Ввод <b>Вывод</b> Рабочая книга Общие</div> <div> <div>Сводка <b>Профили</b></div> <table> <tr> <th>Параметр</th><th>Значение</th><th>Ед</th></tr> <tr> <td>Падение давления</td><td>3,7697</td><td>бар <span>▼</span></td></tr> <tr> <td>Потери на трение</td><td>3,7697</td><td>бар <span>▼</span></td></tr> <tr> <td>Статическая составляющая</td><td>0</td><td>бар <span>▼</span></td></tr> <tr> <td>Скорость на входе</td><td>12,0455</td><td>м/с <span>▼</span></td></tr> <tr> <td>Скорость на выходе</td><td>16,7065</td><td>м/с <span>▼</span></td></tr> <tr> <td>Давление на выходе</td><td>9,0503</td><td>бар <span>▼</span></td></tr> <tr> <td>Температура на выходе</td><td>4,0089</td><td>°C <span>▼</span></td></tr> <tr> <td>Тепловая нагрузка</td><td>-24,5243</td><td>кВт <span>▼</span></td></tr> <tr> <td>Эффективный общий коэффициент теплопередачи</td><td>5</td><td>Вт/(м²*К) <span>▼</span></td></tr> </table> </div> </div> |          |                          | Параметр | Значение | Ед | Падение давления | 3,7697 | бар <span>▼</span> | Потери на трение | 3,7697 | бар <span>▼</span> | Статическая составляющая | 0 | бар <span>▼</span> | Скорость на входе | 12,0455 | м/с <span>▼</span> | Скорость на выходе | 16,7065 | м/с <span>▼</span> | Давление на выходе | 9,0503 | бар <span>▼</span> | Температура на выходе | 4,0089 | °C <span>▼</span> | Тепловая нагрузка | -24,5243 | кВт <span>▼</span> | Эффективный общий коэффициент теплопередачи | 5 | Вт/(м²*К) <span>▼</span> |
| Параметр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Значение | Ед                       |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
| Падение давления                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3,7697   | бар <span>▼</span>       |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
| Потери на трение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3,7697   | бар <span>▼</span>       |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
| Статическая составляющая                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0        | бар <span>▼</span>       |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
| Скорость на входе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 12,0455  | м/с <span>▼</span>       |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
| Скорость на выходе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 16,7065  | м/с <span>▼</span>       |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
| Давление на выходе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 9,0503   | бар <span>▼</span>       |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
| Температура на выходе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4,0089   | °C <span>▼</span>        |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
| Тепловая нагрузка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -24,5243 | кВт <span>▼</span>       |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |
| Эффективный общий коэффициент теплопередачи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5        | Вт/(м²*К) <span>▼</span> |          |          |    |                  |        |                    |                  |        |                    |                          |   |                    |                   |         |                    |                    |         |                    |                    |        |                    |                       |        |                   |                   |          |                    |                                             |   |                          |

Рисунок 162. Сводные результаты расчета трубопровода

Сводные показатели расчета трубопровода и рекомендации по их проверке приведены в таблице 107. Расчетные профили трубопровода показаны на рисунке 163.

Таблица 107. Показатели сводных результатов трубопровода

| Раздел или элемент                          | Назначение                                                          | Действия пользователя и результат                                                                                   |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Падение давления                            | Полное изменение давления между входом и выходом                    | Сопоставьте значение с допустимым гидравлическим сопротивлением участка                                             |
| Потери на трение                            | Составляющая падения давления, обусловленная гидравлическим трением | Используйте для оценки влияния диаметра, шероховатости и режима течения                                             |
| Статическая составляющая                    | Вклад перепада геодезических отметок в изменение давления           | Проверяйте знак и величину относительно принятого направления потока                                                |
| Скорость на входе / выходе                  | Скорость смеси в крайних расчетных сечениях                         | Используйте для проверки допустимого диапазона скоростей и изменения объемного состояния потока                     |
| Давление и температура на выходе            | Рассчитанное состояние выходного материального потока               | При необходимости выберите локальные единицы прямо в строках вывода; глобальный набор единиц при этом не изменяется |
| Тепловая нагрузка                           | Суммарный тепловой эффект на участке                                | Оцените направление и величину теплообмена по знаку и значению результата                                           |
| Эффективный общий коэффициент теплопередачи | Коэффициент, фактически использованный расчетом                     | В режиме расчета по внешней среде сопоставьте его с конструкцией трубы и изоляции                                   |

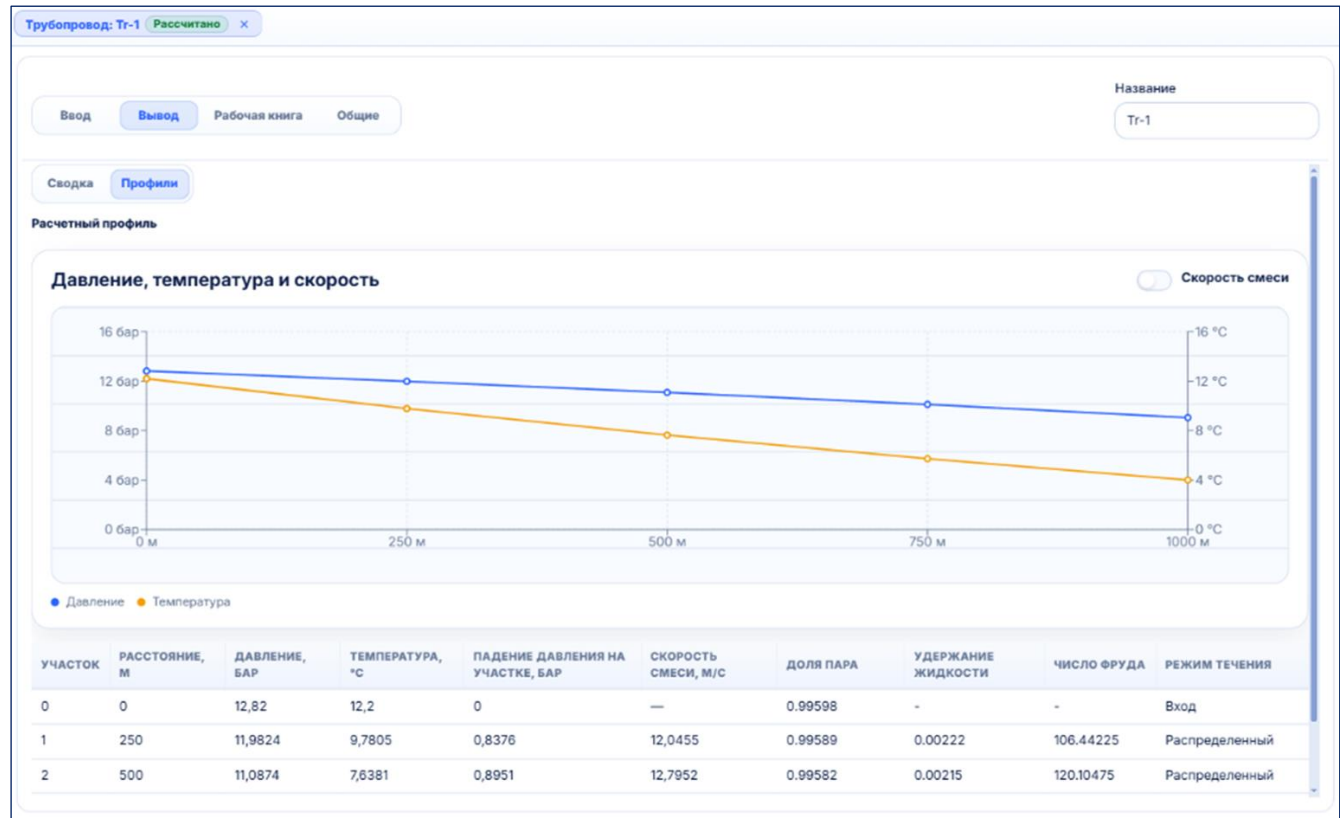


Рисунок 163. Расчетные профили трубопровода

Элементы расчетного профиля трубопровода и правила его анализа приведены в таблице 108.

Таблица 108. Элементы анализа расчетного профиля трубопровода

| Раздел или элемент                        | Назначение                                                 | Действия пользователя и результат                                                                             |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| График «Давление, температура и скорость» | Показывает распределение параметров по длине трубопровода  | Используйте график для выявления участков с наиболее интенсивным падением давления или изменением температуры |
| Переключатель «Скорость смеси»            | Добавляет или скрывает кривую скорости смеси               | Включите переключатель, когда необходимо совместно анализировать гидравлические и скоростные характеристики   |
| Участок / расстояние                      | Идентифицирует расчетное сечение и его координату по длине | Сопоставляйте строки таблицы с точками графика                                                                |
| Давление и температура                    | Показывают рассчитанное состояние в каждом сечении         | Контролируйте монотонность и физическую обоснованность профиля                                                |
| Падение давления на участке               | Показывает вклад отдельного расчетного интервала           | Используйте для локализации участков с повышенным сопротивлением                                              |

| Раздел или элемент             | Назначение                                                   | Действия пользователя и результат                                                            |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Скорость смеси                 | Показывает скорость многофазной смеси в сечении              | Оценивайте вместе с фазовыми показателями и режимом течения                                  |
| Доля пара и удержание жидкости | Характеризуют фазовое состояние и распределение жидкой фазы  | Используйте при анализе многофазного течения и возможного накопления жидкости                |
| Число Фруда и режим течения    | Дополняют интерпретацию гидродинамического состояния участка | Сопоставляйте режим течения с выбранной корреляцией и областью применимости расчетной модели |

Рабочая книга трубопровода применяется для сопоставления параметров входного и выходного потоков, а вкладка «Общие» – для просмотра связей, пакета свойств, положения и масштаба пиктограммы, примечания и удаления объекта. Эти элементы описаны в общих правилах работы с объектами оборудования.

**ВНИМАНИЕ.** При анализе профиля проверяйте согласованность единиц длины, диаметров и шероховатости. Ошибка масштаба исходных данных может привести к существенно неверной оценке скорости, потерь давления и теплообмена.

### 3.10.22. ЭЖЕКТОР

Эжектор предназначен для объединения активного потока с пассивным потоком и расчета состояния общего выходного потока. Активный поток имеет более высокий энергетический потенциал и создает инжектирующее действие; пассивный поток вовлекается через отдельный вход. Пользователь выбирает расчетную постановку в зависимости от того, известны ли расходы, геометрия аппарата или требуемое давление.

Порядок настройки эжектора:

1. Добавьте объект «Эжектор» на схему и подключите активный вход, пассивный вход и выходной материальный поток. Проверьте соответствие назначений подключенных потоков технологической постановке.
2. Откройте карточку объекта, на вкладке «Ввод» задайте уникальное название и выберите задачу расчета.
3. Для режима «Заданное давление и полные расходы» задайте давление на выходе. В этом режиме расходы полностью принимаются из подключенных входных потоков.
4. Для расчетов по геометрии, максимальному пассивному расходу или достижимому давлению заполните дополнительные исходные данные, которые становятся доступными для выбранной постановки.
5. Запустите расчет схемы и проверьте статус объекта и сообщения расчета. При отсутствии физического решения пересмотрите давления, расходы и геометрию, не подменяя инженерную постановку подбором случайных значений.

6. На вкладке «Вывод» проверьте расходы, коэффициент инжекции, давления, температуру и относительные невязки балансов. Настройка расчетной задачи эжектора показана на рисунке 164.

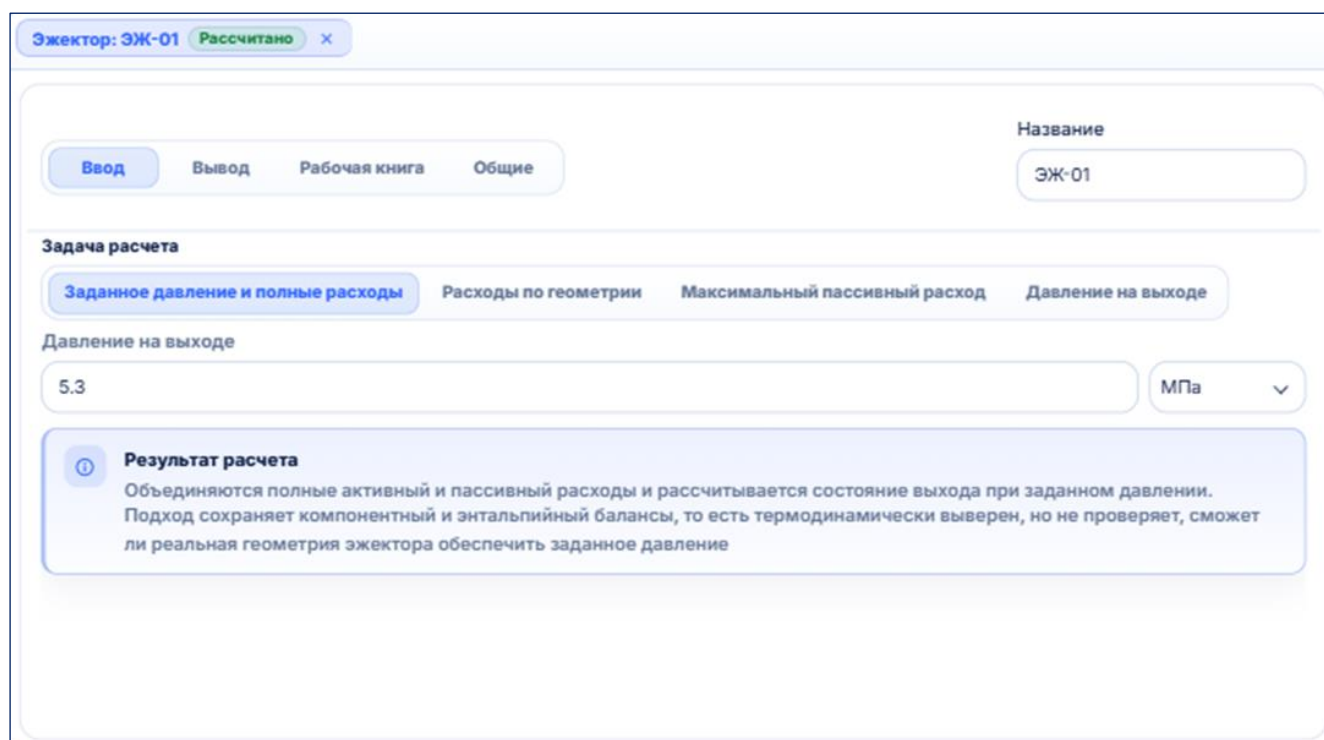


Рисунок 164. Настройка расчетной задачи эжектора

Расчетные постановки и элементы вкладки «Ввод» эжектора приведены в таблице 109.

Таблица 109. Элементы вкладки «Ввод» эжектора и расчетные постановки

| Раздел или элемент                                | Назначение                                                                                           | Действия пользователя и результат                                                                                  |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Статус в заголовке                                | Показывает текущее состояние объекта, например «Рассчитано»                                          | После изменения исходных данных выполните расчет повторно и убедитесь, что статус обновлен                         |
| Вкладки «Ввод», «Вывод», «Рабочая книга», «Общие» | Разделяют исходные данные, результаты, сопоставление состояний потоков и общие свойства объекта      | Настройку расчетной задачи выполняйте на вкладке «Ввод», а проверку результата – на вкладке «Вывод»                |
| Название                                          | Задаёт отображаемое имя эжектора на схеме и в расчетных данных                                       | Используйте уникальное технологическое обозначение                                                                 |
| Заданное давление и полные расходы                | Объединяет полные активный и пассивный расходы и рассчитывает состояние выхода при заданном давлении | Применяйте для балансовой постановки, когда расходы известны из входных потоков и требуется задать давление выхода |

| Раздел или элемент            | Назначение                                                                                                    | Действия пользователя и результат                                                                     |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Расходы по геометрии          | Рассчитывает активный и пассивный расходы для заданной геометрии эжектора и давления на выходе                | Заполните обязательные геометрические параметры и проверьте их единицы                                |
| Максимальный пассивный расход | Рассчитывает максимальный пассивный расход при заданном активном расходе и давлениях на обоих входах и выходе | Используйте для оценки предельной инжекционной способности заданной геометрии                         |
| Давление на выходе            | Рассчитывает достижимое давление на выходе при заданных активном и пассивном расходах                         | Используйте для проверки производительности аппарата при известных расходах                           |
| Давление на выходе            | Задаёт целевое давление для режимов, в которых оно является исходной величиной                                | Введите положительное значение и выберите локальную единицу давления                                  |
| Результат расчета             | Поясняет, какая величина рассчитывается и какие исходные данные используются в выбранном режиме               | Перед вводом значений прочитайте пояснение и убедитесь, что выбранная постановка соответствует задаче |

**ВНИМАНИЕ.** В режиме «Заданное давление и полные расходы» сохраняются компонентный и энтальпийный балансы, поэтому результат является термодинамически согласованным. Этот упрощенный режим не проверяет, сможет ли реальная геометрия эжектора обеспечить заданное давление. Для проверки производительности конкретного аппарата используйте одну из постановок с геометрией.

Порядок проверки результатов эжектора:

1. Убедитесь, что сумма расходов активного и пассивного потоков соответствует расходу выходного потока с учетом точности представления данных.
2. Проверьте коэффициент инжекции. Он рассчитывается как отношение массового расхода пассивного потока к массовому расходу активного потока:  $K_{инж} = G_{пасс} / G_{акт}$ .
3. Сопоставьте давления активного, пассивного и выходного потоков с выбранной расчетной постановкой.
4. Проверьте температуру выходного потока и ее согласованность с тепловым состоянием входных потоков.



5. Проверьте компонентную, массовую и энергетическую невязки. Значения, близкие к нулю, подтверждают замыкание соответствующих балансов в пределах численной точности, но не заменяют проверку применимости геометрии и режима работы аппарата. Результаты расчета эжектора показаны на рисунке 165.

| Эжектор: ЭЖ-01 <span>Рассчитано</span> <span>×</span>                       |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|
| <div> Ввод Вывод Рабочая книга Общие </div> <div> Название<br/>ЭЖ-01 </div> |             |         |
| ПАРАМЕТР                                                                    | ЗНАЧЕНИЕ    | ЕДИНИЦА |
| Расход активного потока                                                     | 187012,5211 | кг/ч    |
| Расход пассивного потока                                                    | 10454,6616  | кг/ч    |
| Расход выходного потока                                                     | 197467,1826 | кг/ч    |
| Коэффициент инжекции                                                        | 0,0559      | -       |
| Давление активного потока                                                   | 121,7       | бар     |
| Давление пассивного потока                                                  | 29,6        | бар     |
| Заданное давление выхода                                                    | 53          | бар     |
| Температура выхода                                                          | -30,6612    | °C      |
| Относительная компонентная невязка                                          | 0           | -       |
| Относительная массовая невязка                                              | 0           | -       |
| Относительная энергетическая невязка                                        | 0           | -       |

Рисунок 165. Результаты расчета эжектора

Расчетные показатели эжектора и рекомендации по их проверке приведены в таблице 110.

Таблица 110. Показатели вкладки «Вывод» эжектора

| Раздел или элемент       | Назначение                                          | Действия пользователя и результат                                                |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Расход активного потока  | Показывает массовый расход движущего потока         | Используйте как знаменатель при проверке коэффициента инжекции                   |
| Расход пассивного потока | Показывает массовый расход вовлекаемого потока      | Сопоставьте с требуемой производительностью по пассивному потоку                 |
| Расход выходного потока  | Показывает суммарный массовый расход после смешения | Проверьте материальный баланс относительно двух входов                           |
| Коэффициент инжекции     | Показывает отношение массового расхода              | Чем выше значение, тем больше пассивного потока вовлекается на единицу активного |

| Раздел или элемент                         | Назначение                                                                            | Действия пользователя и результат                                           |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                            | пассивного потока к<br>массовому расходу<br>активного потока                          | расхода; интерпретируйте только в пределах<br>применимости выбранной модели |
| Давление активного<br>потока               | Показывает давление<br>движущего потока на<br>входе эжектора                          | Сопоставьте с исходным активным потоком                                     |
| Давление пассивного<br>потока              | Показывает давление<br>вовлекаемого потока на<br>пассивном входе                      | Сопоставьте с исходным пассивным потоком                                    |
| Заданное давление<br>выхода                | Показывает давление,<br>заданное для выходного<br>состояния в выбранной<br>постановке | Проверьте достижимость давления выбранной<br>моделью и геометрией           |
| Температура выхода                         | Показывает<br>рассчитанную<br>температуру общего<br>выходного потока                  | Сопоставьте с допустимыми условиями<br>последующего оборудования            |
| Относительная<br>компонентная<br>невязка   | Показывает<br>относительное<br>отклонение<br>компонентного баланса                    | Значение должно быть близко к нулю в пределах<br>численной точности         |
| Относительная<br>массовая невязка          | Показывает<br>относительное<br>отклонение общего<br>массового баланса                 | Значение должно быть близко к нулю в пределах<br>численной точности         |
| Относительная<br>энергетическая<br>невязка | Показывает<br>относительное<br>отклонение<br>энергетического баланса                  | Значение должно быть близко к нулю в пределах<br>численной точности         |
| Единица                                    | Определяет локальную<br>единицу отображения<br>соответствующей<br>размерной величины  | Смена единицы результата не изменяет<br>глобальный набор единиц проекта     |

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Малые невязки подтверждают согласованность расчетных балансов, но не гидродинамическую реализуемость режима. При проектной проверке учитывайте геометрию, ограничения модели и сообщения расчета.

### 3.11. ЛОГИЧЕСКИЕ БЛОКИ

Логические блоки управляют последовательностью и условиями расчета схемы, но не моделируют отдельный физический аппарат. Их следует отличать от оборудования: оборудование преобразует или распределяет потоки, а логический блок организует вычислительную зависимость.

#### 3.11.1. РЕЦИКЛ

Рецикл задает явную границу разрыва замкнутого материального контура. Входной поток блока содержит рассчитанный возврат контура, а выходной поток получает очередное приближение. Блок не изменяет термодинамическое состояние как аппарат: его задача – повторять расчет зависимой группы объектов и сопоставлять рассчитанный возврат с текущим приближением.

Численная сходимость достигается, когда максимальная нормированная невязка по компонентным молярным расходам, температуре и давлению не превышает 1. Нормирование учитывает одновременно абсолютный и относительный допуски, поэтому один критерий применим к величинам разного масштаба.

Порядок настройки и проверки рецикла:

1. Добавьте блок «Рецикл» из палитры моделей и соедините его между рассчитанным возвратным материальным потоком и выходным материальным потоком, с которого начинается повторный расчет контура.
2. Откройте вкладку «Ввод» и в режиме «Настройка» выберите метод, способ формирования начального приближения, относительный допуск и максимальное число итераций.
3. При необходимости откройте режим «Расширенные» и задайте абсолютные допуски, параметры демпфирования и ограничения методов ускорения.
4. Запустите расчет схемы. Во вкладке «Вывод» проверьте статус, число выполненных итераций, максимальную нормированную невязку, примененные методы, график и историю итераций.
5. При отсутствии сходимости проверьте исходное приближение, спецификации объектов контура, допуски и сообщения расчета; после корректировки выполните расчет повторно. Основные настройки сходимости рецикла показаны на рисунке 166.

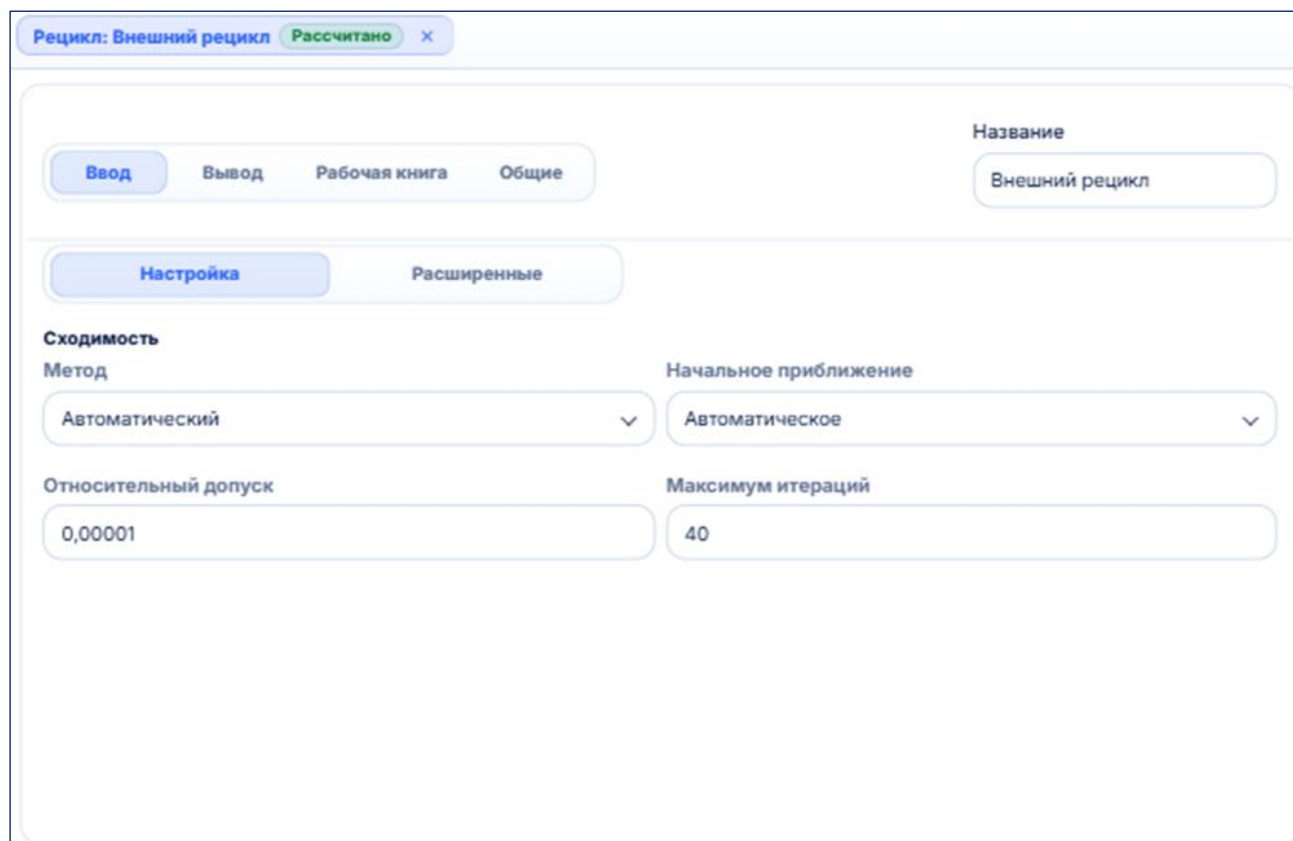


Рисунок 166. Основные настройки сходимости рецикла

Основные параметры сходимости рецикла приведены в таблице 111. Расширенные параметры сходимости и стабилизации рецикла показаны на рисунке 167.

Таблица 111. Основные параметры сходимости рецикла

| Раздел или элемент    | Назначение                                                                             |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Метод                 | Определяет способ формирования следующего приближения                                  |
| Начальное приближение | Определяет стартовое состояние выходного потока рецикла                                |
| Относительный допуск  | Задаёт относительную часть допустимого различия между возвратом и текущим приближением |
| Максимум итераций     | Ограничивает число повторных расчетов группы рецикла                                   |

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Значения по умолчанию на рисунке: относительный допуск 0,00001 и максимум 40 итераций. Изменение метода, начального приближения, допуска или предельного числа итераций делает предыдущий результат рецикла неактуальным до следующего запуска расчета.

Рецикл: Внешний рецикл Рассчитано ×

Ввод Вывод Рабочая книга Общие

Настройка **Расширенные**

Название: Внешний рецикл

**Допуски сходимости**

| ПАРАМЕТР                      | ЗНАЧЕНИЕ | ЕД      |
|-------------------------------|----------|---------|
| Абсолютный допуск расхода     | 3.6e-8   | кмоль/ч |
| Абсолютный допуск температуры | 0,0001   | °C      |
| Абсолютный допуск давления    | 0,00001  | бар     |

**Ускорение и стабилизация**

| ПАРАМЕТР                          | ЗНАЧЕНИЕ | ЕД |
|-----------------------------------|----------|----|
| Демпфирование прямой подстановки  | 1        | —  |
| Резервное демпфирование           | 0,5      | —  |
| Минимальный коэффициент Wegstein  | -5       | —  |
| Максимальный коэффициент Wegstein | 0        | —  |
| Глубина истории Anderson          | 4        | —  |
| Регуляризация Anderson            | 1e-10    | —  |

Рисунок 167. Расширенные параметры сходимости и стабилизации рецикла

Расширенные параметры сходимости и стабилизации рецикла приведены в таблице 112.

Таблица 112. Расширенные параметры рецикла

| Раздел или элемент                               | Назначение                                                                    |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Абсолютный допуск расхода                        | Задаёт минимальный допустимый масштаб различия компонентных молярных расходов |
| Абсолютный допуск температуры                    | Задаёт абсолютную часть критерия для температуры                              |
| Абсолютный допуск давления                       | Задаёт абсолютную часть критерия для давления                                 |
| Демпфирование прямой подстановки                 | Ограничивает шаг прямой подстановки                                           |
| Резервное демпфирование                          | Задаёт уменьшенный шаг при защитном откате                                    |
| Минимальный и максимальный коэффициенты Wegstein | Ограничивают коэффициент ускорения метода Wegstein                            |

| Раздел или элемент       | Назначение                                                           |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Глубина истории Anderson | Определяет число предыдущих состояний, используемых методом Anderson |
| Регуляризация Anderson   | Стабилизирует решение вспомогательной задачи метода Anderson         |

Для каждой контролируемой величины БАЗИС вычисляет абсолютное различие между рассчитанным возвратом и текущим приближением и делит его на предел, равный сумме абсолютного допуска и относительного допуска, умноженного на масштаб величины. Максимум полученных отношений показывается как нормированная невязка. Результат сходимости и история итераций рецикла показан на рисунке 168.

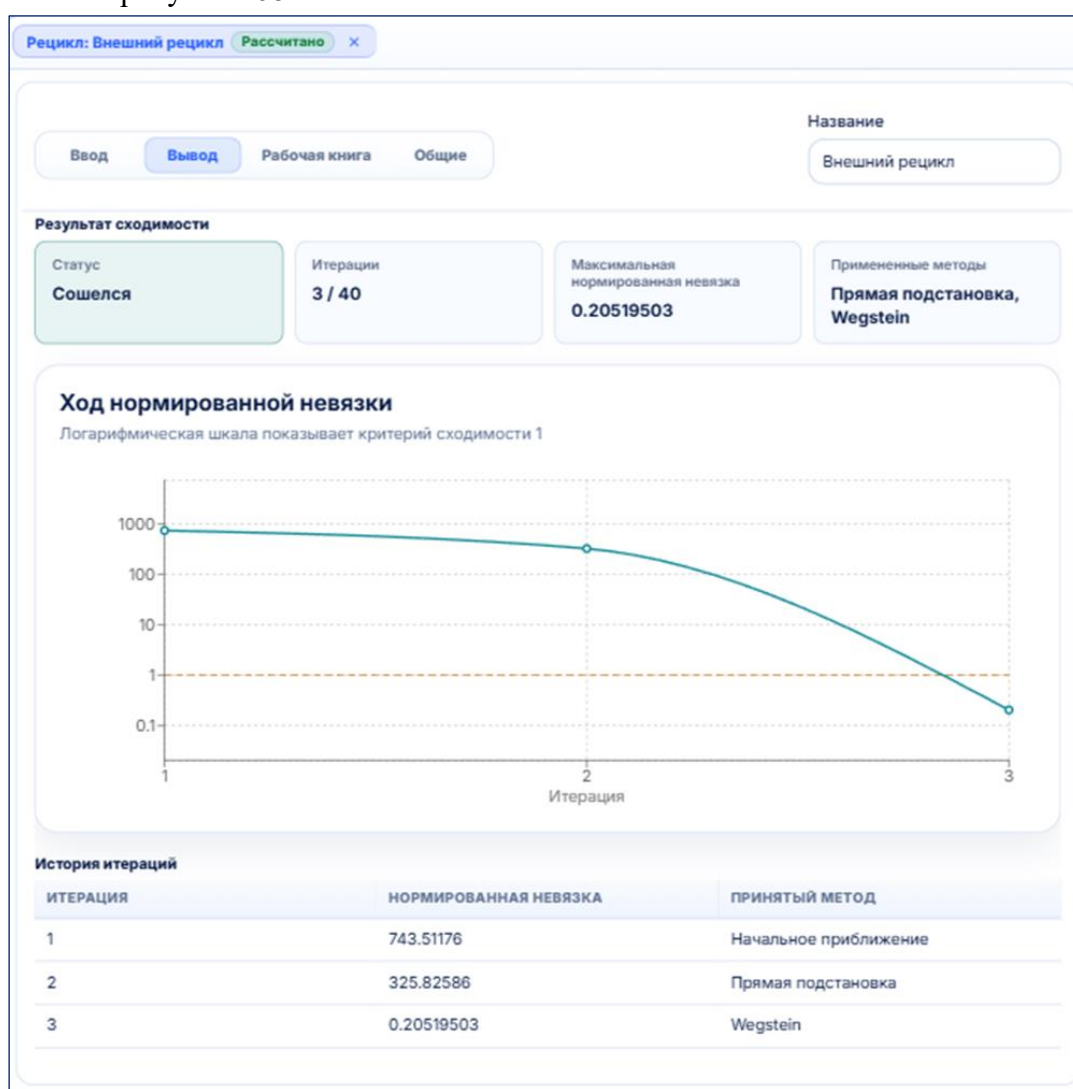


Рисунок 168. Результат сходимости и история итераций рецикла

Итоговые показатели сходимости и история итераций рецикла приведены в таблице 113.

Таблица 113. Элементы вкладки «Вывод» рецикла

| Раздел или элемент | Назначение                            |
|--------------------|---------------------------------------|
| Статус             | Показывает итог итерационного расчета |

| Раздел или элемент                 | Назначение                                                                                   |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Итерации                           | Показывает число выполненных итераций относительно установленного предела                    |
| Максимальная нормированная невязка | Показывает худшее нормированное различие среди компонентных расходов, температуры и давления |
| Примененные методы                 | Перечисляет методы, фактически использованные в расчете                                      |
| Ход нормированной невязки          | Показывает изменение критерия по итерациям в логарифмической шкале                           |
| История итераций                   | Показывает номер итерации, нормированную невязку и принятый метод                            |

**ВНИМАНИЕ.** Численная сходимость рецикла подтверждает согласование состояния на границе разрыва, но не заменяет проверку материального баланса, предупреждений объектов и инженерную оценку результатов схемы.

### 3.11.2. ЭЛЕКТРОННАЯ ТАБЛИЦА

Электронная таблица является логическим блоком технологической схемы. Она получает числовые параметры потоков и оборудования, выполняет вычисления по формулам и, при явно настроенном выходном подключении, передает конечный числовой результат в разрешенную входную спецификацию объекта.

Рекомендуемый порядок настройки электронной таблицы:

1. Добавьте объект «Электронная таблица» из группы логических блоков палитры и откройте его редактор двойным нажатием.
2. Задайте понятное наименование. На вкладке «Параметры» проверьте размер активного листа и при необходимости добавьте лист кнопкой «+» в нижней части таблицы.
3. Получите исходное значение: в карточке параметра объекта выберите «Копировать в электронную таблицу» либо настройте импорт на вкладке «Подключения».
4. Для подключения выберите ячейку, параметр объекта, направление передачи и единицу измерения. Стрелка в сторону ячейки обозначает импорт, стрелка от ячейки – экспорт.
5. Введите подписи, числа и формулы. Формула должна начинаться со знака «=»; для обращения к данным используйте ячейки-ссылки, диапазоны и ссылки на другие листы.
6. На вкладке «Формулы» проверьте адрес ячейки, текст выражения и вычисленный результат. Ошибку выражения устранили до использования ячейки как источника экспорта.
7. Запустите расчет схемы и проверьте статус электронной таблицы и объектов, получающих экспортируемые значения. При изменении исходного параметра или формулы повторите расчет схемы. Рабочий лист электронной таблицы показан на рисунке 169.

**ВНИМАНИЕ.** Экспорт создает расчетную зависимость от электронной таблицы к целевому объекту. Не создавайте замкнутую зависимость без предусмотренного логического блока сходимости и не используйте одну ячейку для противоречащих друг другу подключений.



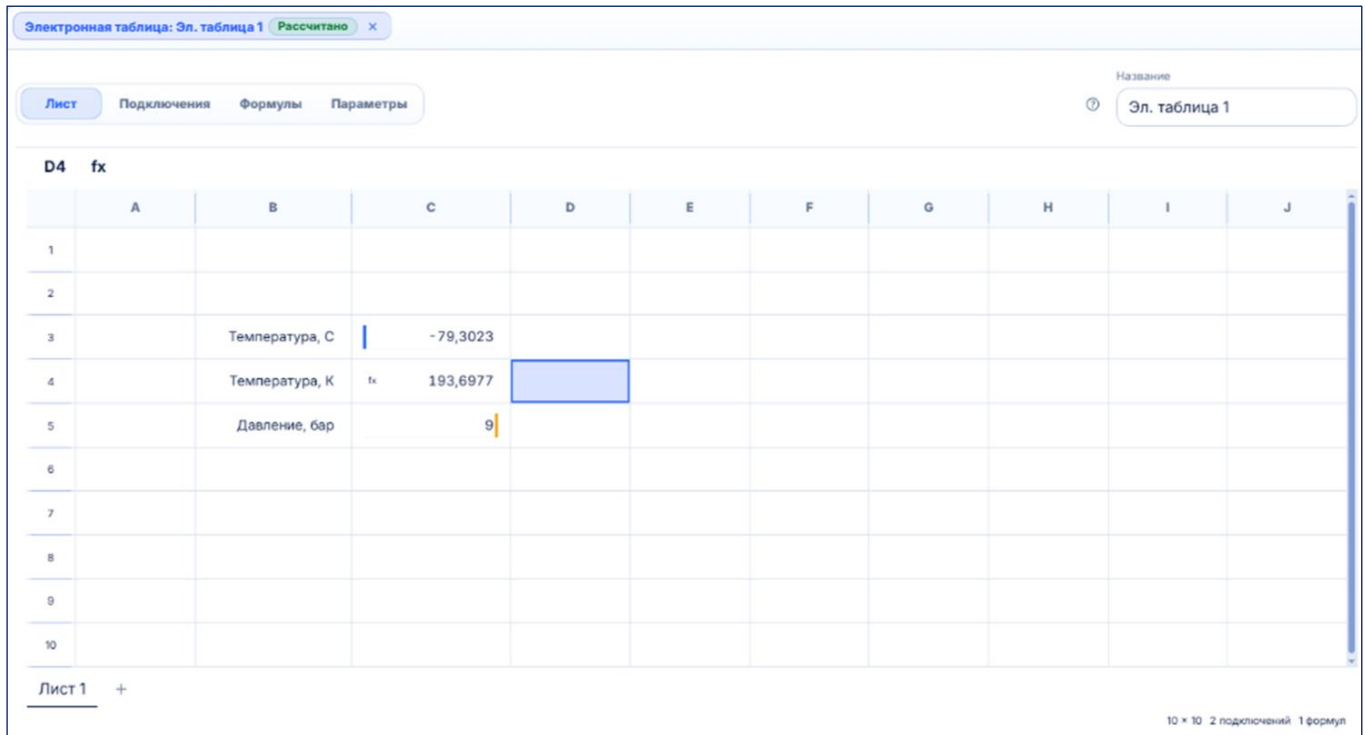


Рисунок 169. Рабочий лист электронной таблицы

Элементы рабочего листа электронной таблицы приведены в таблице 114. Передача параметра объекта в электронную таблицу показана на рисунке 170.

Таблица 114. Элементы вкладки «Лист» электронной таблицы

| Раздел или элемент          | Назначение                                               | Действия пользователя и результат                                                         |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Поле имени ячейки           | Показывает адрес активной ячейки, например D4            | Используйте адрес при составлении формул и проверке подключений                           |
| Строка формулы fx           | Показывает или принимает содержимое активной ячейки      | Введите число, текст или формулу, начинающуюся со знака «=»                               |
| Сетка ячеек                 | Содержит расчетные данные листа                          | Выберите ячейку щелчком; используйте заголовки столбцов и строк для определения адреса    |
| Вкладка листа и кнопка «+»  | Переключает листы и добавляет новый лист                 | Разделяйте независимые группы расчетов по листам и используйте понятные ссылки между ними |
| Счетчики в строке состояния | Показывают размер листа, количество подключений и формул | Используйте для быстрой проверки заполнения объекта                                       |
| Название                    | Задаёт отображаемое имя объекта                          | Используйте уникальное имя, отражающее назначение вычислений                              |



Рисунок 170. Передача параметра объекта в электронную таблицу

Команды передачи параметров объектов в электронную таблицу приведены в таблице 115. Подсказка об источнике импортированного значения показана на рисунке 171.

Таблица 115. Команды копирования параметра объекта

| Раздел или элемент               | Назначение                                                                   | Действия пользователя и результат                                                  |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Копировать значение              | Помещает отображаемое значение в буфер обмена                                | Используйте для обычной вставки значения без создания связи с объектом             |
| Копировать в электронную таблицу | Подготавливает подключение выбранного параметра к ячейке электронной таблицы | Выберите команду для создания отслеживаемого импорта, затем укажите целевую ячейку |
| Копировать для скрипта           | Предоставляет варианты представления параметра для проектного скрипта        | Не создает подключение электронной таблицы                                         |
| Заголовок и значение             | Показывает источник, параметр и текущее значение с единицей                  | До копирования убедитесь, что выбран требуемый объект и параметр                   |

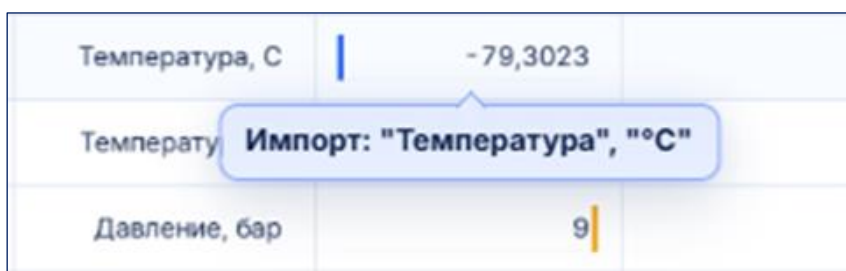


Рисунок 171. Подсказка об источнике импортированного значения

Визуальные признаки подключенной ячейки приведены в таблице 116. Подключения электронной таблицы показаны на рисунке 172.

Таблица 116. Визуальные признаки подключенной ячейки

| Раздел или элемент             | Назначение                                                     | Действия пользователя и результат                                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цветная метка у границы ячейки | Обозначает наличие подключения                                 | Наведите указатель на ячейку, чтобы проверить источник или назначение передачи           |
| Подсказка «Импорт»             | Показывает название параметра и единицу подключенного значения | Сопоставьте подсказку с записью на вкладке «Подключения»                                 |
| Значение ячейки                | Показывает число после преобразования в выбранную единицу      | Не заменяйте вручную импортируемое значение; измените источник или параметры подключения |

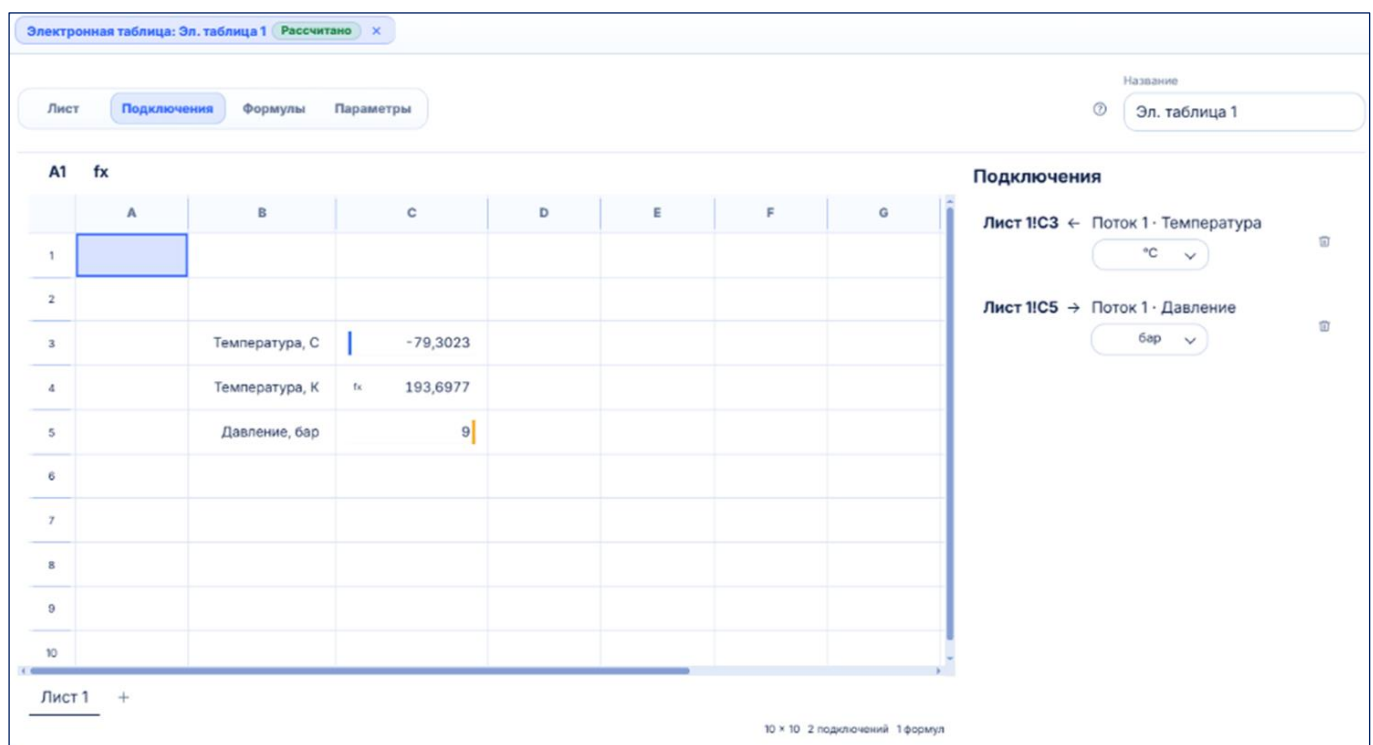


Рисунок 172. Подключения электронной таблицы

Направления передачи данных и элементы управления подключениями приведены в таблице 117. Сводка формул электронной таблицы показана на рисунке 173.

Таблица 117. Направления и элементы подключений электронной таблицы

| Раздел или элемент                              | Назначение                                                   | Действия пользователя и результат                                                                                   |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Запись вида «Лист 1!C3 ← Поток 1 · Температура» | Импортирует параметр объекта в ячейку                        | Ячейка получает текущее числовое значение параметра в выбранной единице и используется как исходное значение формул |
| Запись вида «Лист 1!C5 → Поток 1 · Давление»    | Экспортирует значение ячейки во входную спецификацию объекта | Убедитесь, что ячейка содержит конечное число и целевой параметр допускает ввод                                     |

| Раздел или элемент | Назначение                                              | Действия пользователя и результат                                                           |
|--------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Список единиц      | Задаёт единицу обмена для конкретного подключения       | Преобразование выполняется в рамках подключения и не меняет глобальный набор единиц проекта |
| Корзина            | Удаляет выбранное подключение                           | Используйте при замене источника, назначения или направления передачи                       |
| Боковая панель     | Показывает все подключения активной электронной таблицы | Проверьте отсутствие дублирующих и циклических связей перед расчетом                        |

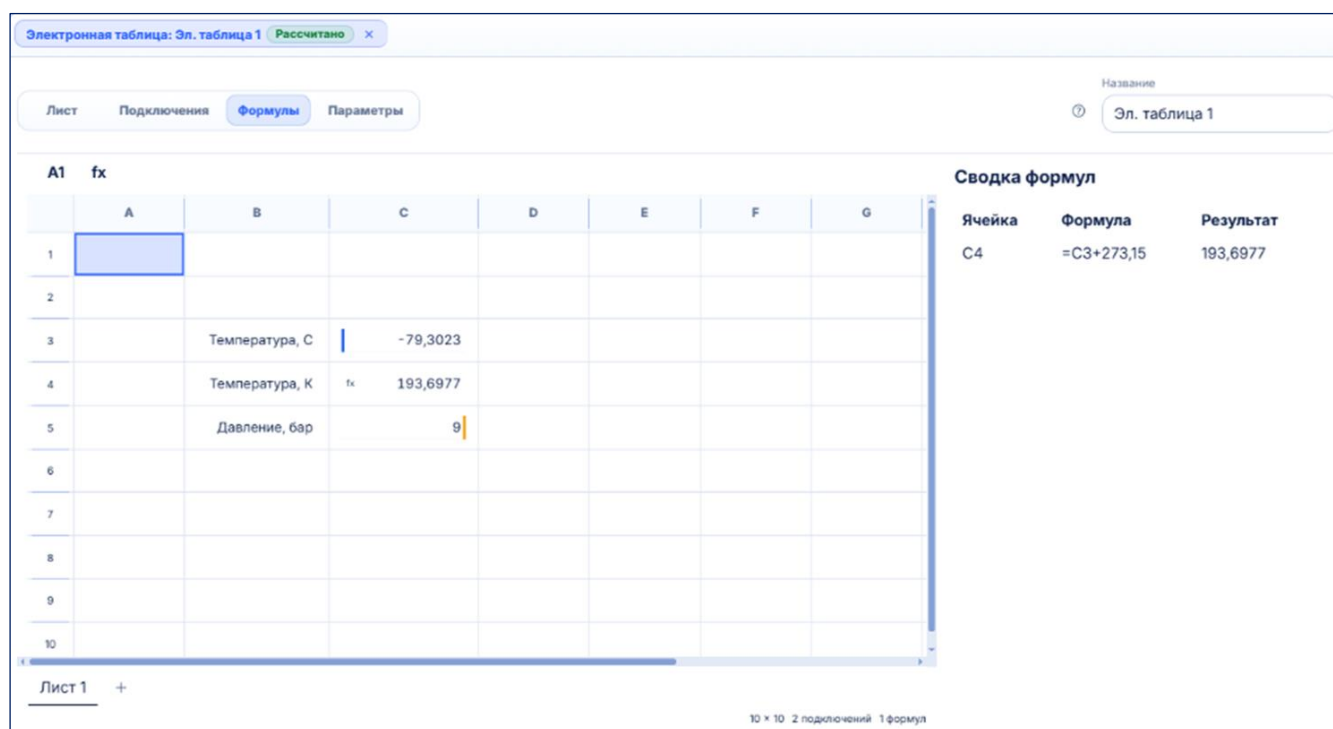


Рисунок 173. Сводка формул электронной таблицы

Элементы вкладки «Формулы» электронной таблицы приведены в таблице 118. Краткая справка по формулам электронной таблицы показана на рисунке 174.

Таблица 118. Элементы вкладки «Формулы» электронной таблицы

| Раздел или элемент | Назначение                                        | Действия пользователя и результат                                                                      |
|--------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ячейка             | Показывает адрес ячейки с формулой                | Используйте для перехода к выражению на листе и проверки ссылок                                        |
| Формула            | Показывает сохраненный текст выражения            | Проверьте начальный знак «=», адреса, диапазоны и разделители аргументов                               |
| Результат          | Показывает текущее вычисленное значение выражения | До экспорта убедитесь, что результат является конечным числом и имеет ожидаемую физическую размерность |

| Раздел или элемент | Назначение                            | Действия пользователя и результат                                                       |
|--------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Метка fx в ячейке  | Обозначает ячейку, содержащую формулу | Используйте для визуального отличия вычисляемых значений от введенных и импортированных |

### Краткая справка

Начинайте формулы со знака =

```
=B1*5
```

```
=SUM(A1:A10)
```

```
=IF(B2>0, B2*1.2, 0)
```

```
= 'Лист 2' !A1^2
```

- SUM — сумма чисел и значений диапазона
- AVERAGE — среднее арифметическое
- MIN / MAX — минимальное / максимальное значение
- SQRT — квадратный корень
- LN / LOG — натуральный логарифм / логарифм по заданному основанию
- EXP — число e в заданной степени
- ABS — модуль числа
- SIN / COS / TAN — тригонометрические функции; угол задается в радианах
- IF — выбор результата по условию
- AND / OR / NOT — логические И / ИЛИ / отрицание

Рисунок 174. Краткая справка по формулам электронной таблицы

Поддерживаемые операторы, ссылки и функции электронной таблицы приведены в таблице 119. Параметры листа электронной таблицы показаны на рисунке 175.

Таблица 119. Поддерживаемые элементы формул электронной таблицы

| Раздел или элемент  | Назначение                                                             | Действия пользователя и результат            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Арифметика и ссылки | Операции над числами, ячейками, диапазонами и ссылками на другие листы | Примеры: =B1*5, =SUM(A1:A10), ='Лист 2'!A1^2 |

| Раздел или элемент      | Назначение                                          | Действия пользователя и результат                                                              |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SUM, AVERAGE, MIN, MAX  | Сумма, среднее, минимальное и максимальное значение | Используйте для обработки диапазонов числовых ячеек                                            |
| SQRT, LN, LOG, EXP, ABS | Корень, логарифмы, экспонента и модуль              | Проверяйте допустимую область аргументов                                                       |
| SIN, COS, TAN           | Тригонометрические функции                          | Угол задается в радианах                                                                       |
| IF                      | Выбирает результат по условию                       | Используйте для ветвления, например =IF(B2>0, B2*1.2, 0)                                       |
| AND, OR, NOT            | Логические операции                                 | Применяйте при составных условиях; результат должен оставаться однозначным для расчетной схемы |

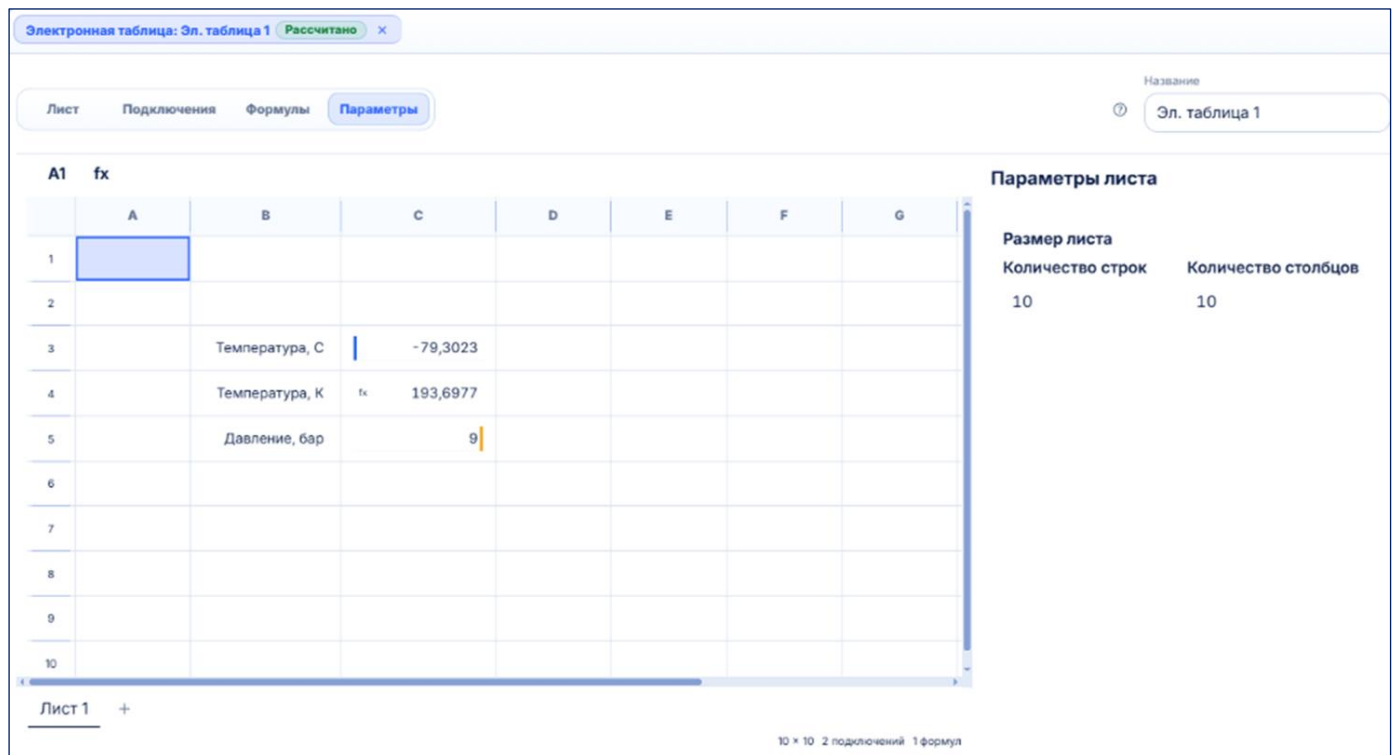


Рисунок 175. Параметры листа электронной таблицы

Параметры листа и ограничения электронной таблицы приведены в таблице 120.

Таблица 120. Параметры и ограничения электронной таблицы

| Раздел или элемент | Назначение                    | Действия пользователя и результат |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Количество строк   | Задаёт высоту активного листа | Допустимо от 1 до 2000 строк      |

| Раздел или элемент          | Назначение                                                    | Действия пользователя и результат                                                                      |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Количество столбцов         | Задаёт ширину активного листа                                 | Допустимо от 1 до 256 столбцов                                                                         |
| Количество листов           | Определяется вкладками в нижней части таблицы                 | В одном объекте допускается до 20 листов                                                               |
| Непустые ячейки             | Хранят введенные, импортированные и вычисляемые данные        | Общее количество непустых ячеек ограничено 20000; удаляйте неиспользуемые данные                       |
| Содержимое ячейки           | Число, текст или формула                                      | Длина вводимого содержимого ограничена 4096 символами                                                  |
| Автоматический предпросмотр | Пересчитывает формулы после короткой паузы при редактировании | Предпросмотр помогает проверять выражение, но для обновления зависимых объектов запустите расчет схемы |

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Пустая ячейка, на которую ссылается формула, интерпретируется как ноль. Недоступное импортируемое значение отображается как недоступное; формула с ошибкой или несовместимый целевой параметр блокируют соответствующий экспорт до исправления.

**ВНИМАНИЕ.** Единица подключения определяет преобразование перед записью в ячейку или целевой параметр. Подпись рядом с числом не выполняет автоматическую проверку физической размерности формулы, поэтому размерностную согласованность выражения проверяет пользователь.

### 3.11.3. УСТАВКА

Логический блок «Уставка» предназначен для задания линейной зависимости между совместимыми параметрами источника и цели. Для выбранного параметра блок передает расчетное значение по формуле  $Y = k \times X + b$ , где  $X$  – значение параметра источника,  $Y$  – значение параметра цели,  $k$  – множитель,  $b$  – смещение.

Уставка не создает материальный или энергетический баланс и не заменяет расчет оборудования. Блок формирует дополнительную расчетную зависимость, которая учитывается при определении значения параметра цели.

Для материального потока доступны температура, давление, паровая доля, молярная и массовая энтальпия, молярный и массовый расход. Для энергетического потока доступна энергетическая нагрузка. Набор параметров целевого оборудования определяется поддерживаемыми входными спецификациями этого объекта.

Порядок настройки уставки:

1. Разместите логический блок «Уставка» на схеме и откройте его карточку.
2. В области «Подключения» выберите источник значения  $X$  и цель, для которой требуется определить значение  $Y$ . В списках отображаются только совместимые объекты и потоки.
3. Нажмите кнопку «Добавить параметр». Для каждого добавленного параметра платформа создает отдельную вкладку в области «Настройка формулы».



4. Выберите параметр и единицу измерения. Убедитесь, что параметр поддерживается как источником, так и целью.
5. Введите множитель  $k$  и смещение  $b$ . Смещение задавайте в выбранной единице измерения параметра цели.
6. Проверьте автоматически сформированную формулу и подписи  $X$  и  $Y$ . Они должны соответствовать требуемому направлению передачи значения.
7. При необходимости добавьте другие параметры и настройте для каждого собственные множитель, смещение и единицу измерения.
8. Запустите расчет схемы и проверьте статус блока. Статус «Рассчитано» означает, что зависимость обработана без диагностической ошибки. Настройка логического блока «Уставка» показана на рисунке 176.

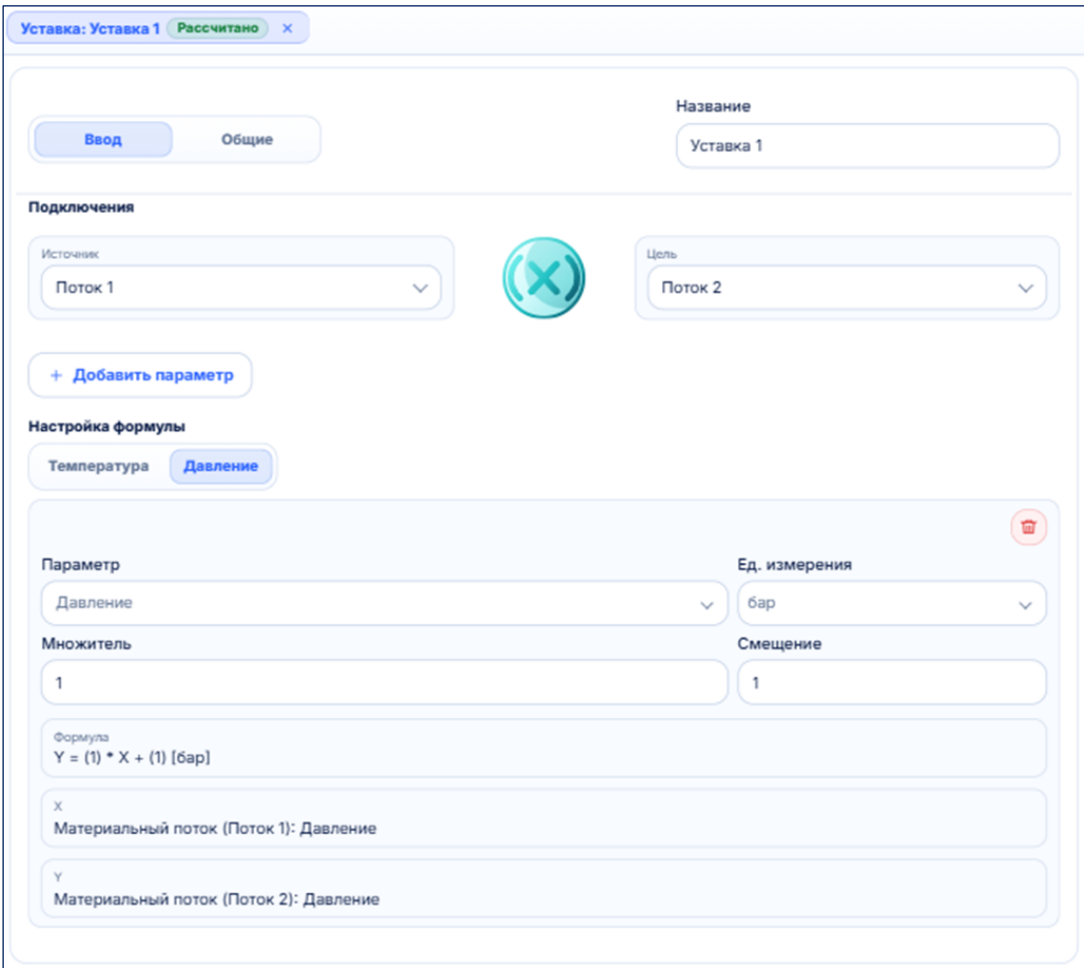


Рисунок 176. Настройка логического блока «Уставка»

Поля и команды логического блока «Уставка» приведены в таблице 121.

Таблица 121. Элементы окна логического блока «Уставка»

| Раздел или элемент | Назначение                                                      | Действия пользователя и результат                   |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Источник           | Объект или поток, из которого считывается исходное значение $X$ | Выберите совместимый источник из выпадающего списка |

| Раздел или элемент | Назначение                                                                                  | Действия пользователя и результат                                               |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Цель               | Объект или поток, для которого определяется значение $Y$                                    | Проверьте требуемое направление зависимости $X \rightarrow Y$                   |
| Добавить параметр  | Добавляет новую независимую настройку синхронизации параметра                               | Используйте отдельную вкладку для каждого передаваемого параметра               |
| Вкладки параметров | Позволяют переключаться между созданными зависимостями, например «Температура» и «Давление» | Настройки на вкладках сохраняются отдельно                                      |
| Параметр           | Определяет передаваемую физическую величину                                                 | Выбирайте один и тот же совместимый параметр источника и цели                   |
| Ед. измерения      | Задаёт единицу отображения и ввода смещения                                                 | Смена единицы действует на текущую зависимость; проверяйте размерность смещения |
| Множитель          | Коэффициент $k$ в выражении $Y = k \times X + b$                                            | Значение 1 передает исходную величину без масштабирования                       |
| Смещение           | Постоянная $b$ , прибавляемая к произведению $k \times X$                                   | Задавайте в единице измерения параметра цели; значение 0 отключает сдвиг        |
| Формула            | Показывает итоговую зависимость с текущими коэффициентами                                   | Проверяйте формулу до запуска расчета                                           |
| $X$                | Показывает выбранный объект-источник и его параметр                                         | В примере: давление материального потока «Поток 1»                              |
| $Y$                | Показывает выбранную цель и ее параметр                                                     | В примере: давление материального потока «Поток 2»                              |
| Удалить параметр   | Удаляет текущую настройку параметра из блока                                                | Используйте пиктограмму корзины в правой части карточки параметра               |
| Вкладка «Общие»    | Содержит типовые сведения о связях, расположении, оформлении и примечании объекта           | Назначение общих полей описано в разделе об общих функциях объектов схемы       |

| Раздел или элемент | Назначение                                               | Действия пользователя и результат                                                       |
|--------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Статус блока       | Отображает состояние уставки после расчета или изменения | После изменения параметров повторно запустите расчет и убедитесь в статусе «Рассчитано» |

**ВНИМАНИЕ.** Источник и цель должны быть совместимы. После изменения подключений повторно проверьте выбранные параметры, единицы измерения и направление  $X \rightarrow Y$ . Неверная размерность смещения или отсутствие поддерживаемого параметра приводит к диагностическому сообщению и невозможности корректно обработать уставку.

### 3.11.4. ПОДБОР

Логический блок «Подбор» предназначен для достижения заданного значения одной расчетной величины путем итерационного изменения одной допустимой входной спецификации. Между изменениями платформа выполняет полный стационарный расчет схемы и принимает очередное наблюдаемое значение только после успешного завершения расчета.

В текущей версии блок решает одну скалярную задачу: сравнивает наблюдаемую величину с целью и изменяет выбранную спецификацию методом секущих в заданных границах. Одновременно в корневой схеме следует использовать один активный блок «Подбор».

Порядок настройки подбора:

1. Разместите логический блок «Подбор» на схеме и откройте его карточку.
2. На вкладке «Настройка» выберите наблюдаемый объект, из которого будет считываться расчетный результат, и изменяемый объект, содержащий входную спецификацию.
3. Выберите наблюдаемую величину и единицу измерения, затем задайте целевое значение и абсолютную точность. Цель должна быть введена явно; при пустом поле итерации не запускаются.
4. Выберите изменяемую величину и ее единицу измерения. Выбранный параметр должен быть доступен как входная спецификация объекта в текущем режиме расчета.
5. Задайте начальный шаг. При необходимости ограничьте область поиска полями «Минимум» и «Максимум».
6. Укажите максимальное количество итераций от 1 до 100.
7. Установите флажок «Включить подбор». Если флажок снят, блок только проверяет конфигурацию и не изменяет схему.
8. Запустите расчет схемы. После завершения откройте вкладку «Мониторинг» и проверьте статус, итоговую невязку, историю итераций и график. Настройка логического блока «Подбор» показана на рисунке 177.

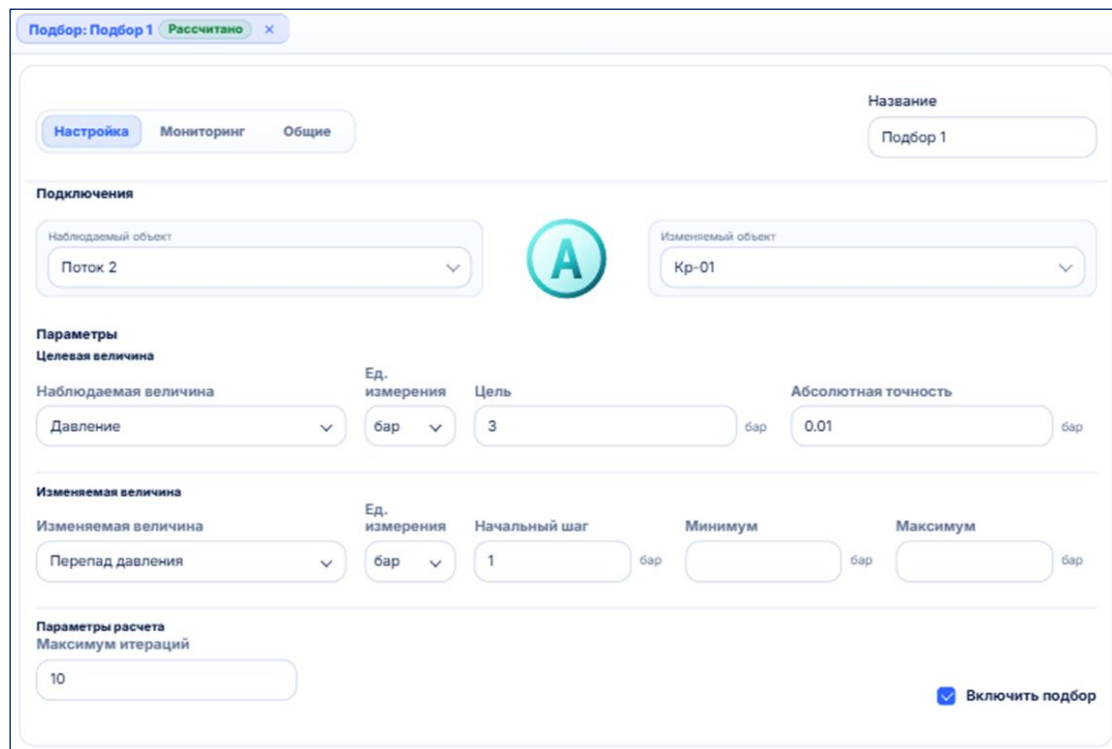


Рисунок 177. Настройка логического блока «Подбор»

Поля и команды логического блока «Подбор» приведены в таблице 122.

Таблица 122. Элементы окна логического блока «Подбор»

| Раздел или элемент                 | Назначение                                                                                 | Действия пользователя и результат                                           |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Наблюдаемый объект                 | Поток или объект, из которого после полного расчета схемы считывается наблюдаемое значение | Выберите объект с требуемым расчетным результатом                           |
| Изменяемый объект                  | Объект, входная спецификация которого будет изменяться между итерациями                    | Проверьте, что выбранная спецификация доступна в текущем режиме объекта     |
| Наблюдаемая величина               | Параметр, который требуется привести к целевому значению                                   | В примере наблюдается давление потока «Поток 2»                             |
| Ед. измерения наблюдаемой величины | Задаёт единицу ввода цели, точности и отображения невязки                                  | Выберите удобную локальную единицу; это не изменяет глобальный набор единиц |
| Цель                               | Требуемое значение наблюдаемой величины                                                    | Введите значение явно до запуска подбора                                    |
| Абсолютная точность                | Максимально допустимый модуль разности между наблюдаемым и целевым значениями              | Задавайте в единице наблюдаемой величины                                    |

| Раздел или элемент                | Назначение                                                                       | Действия пользователя и результат                                             |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Изменяемая величина               | Входная спецификация, которой управляет алгоритм                                 | В примере изменяется перепад давления клапана «Кр-01»                         |
| Ед. измерения изменяемой величины | Задаёт единицу начального шага и границ поиска                                   | Единица может отличаться от единицы наблюдаемой величины                      |
| Начальный шаг                     | Начальное изменение спецификации для получения второй расчетной точки            | Задайте ненулевой инженерно обоснованный шаг                                  |
| Минимум                           | Необязательная нижняя граница изменяемой величины                                | Используйте для исключения недопустимых режимов оборудования                  |
| Максимум                          | Необязательная верхняя граница изменяемой величины                               | Минимум должен быть меньше максимума                                          |
| Максимум итераций                 | Ограничивает число обновлений изменяемой спецификации                            | Допустимый диапазон: от 1 до 100                                              |
| Включить подбор                   | Разрешает блоку изменять спецификацию при расчете                                | Снимите флажок для проверки конфигурации без итерационного изменения          |
| Статус                            | Показывает результат итерационного решения, например «Сошелся»                   | При несходимости проверьте границы, шаг, спецификацию и сообщения расчета     |
| Итоговая невязка                  | Показывает разность «наблюдаемое значение – цель» на последней принятой итерации | Сходимость достигается, когда модуль невязки не превышает абсолютную точность |
| Продолжить                        | Запускает дополнительную серию итераций от последней точки с сохранением истории | Используйте после изменения лимита или если требуется продолжить поиск        |
| Сбросить                          | Очищает историю и начинает подбор заново от текущей спецификации                 | Применяйте после существенного изменения настроек или исходного режима        |
| Таблица итераций                  | Показывает номер итерации, изменяемое значение, наблюдаемое значение и невязку   | Используйте для анализа направления и скорости сходимости                     |

| Раздел или элемент    | Назначение                                                                | Действия пользователя и результат                                         |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| График «Ход итераций» | Отображает изменение управляемой и наблюдаемой величин по итерациям       | Сопоставляйте график с таблицей; шкалы могут иметь разные единицы         |
| Вкладка «Общие»       | Содержит типовые сведения о расположении, оформлении и примечании объекта | Назначение общих полей описано в разделе об общих функциях объектов схемы |

На вкладке «Мониторинг» отображается последовательность принятых расчетных точек. В примере целевое давление равно 3 бар: наблюдаемое значение изменяется с 10 до 9 и затем до 3 бар, поэтому невязка уменьшается с 7 до 6 и затем до 0 бар. Мониторинг сходимости логического блока «Подбор» показан на рисунке 178.

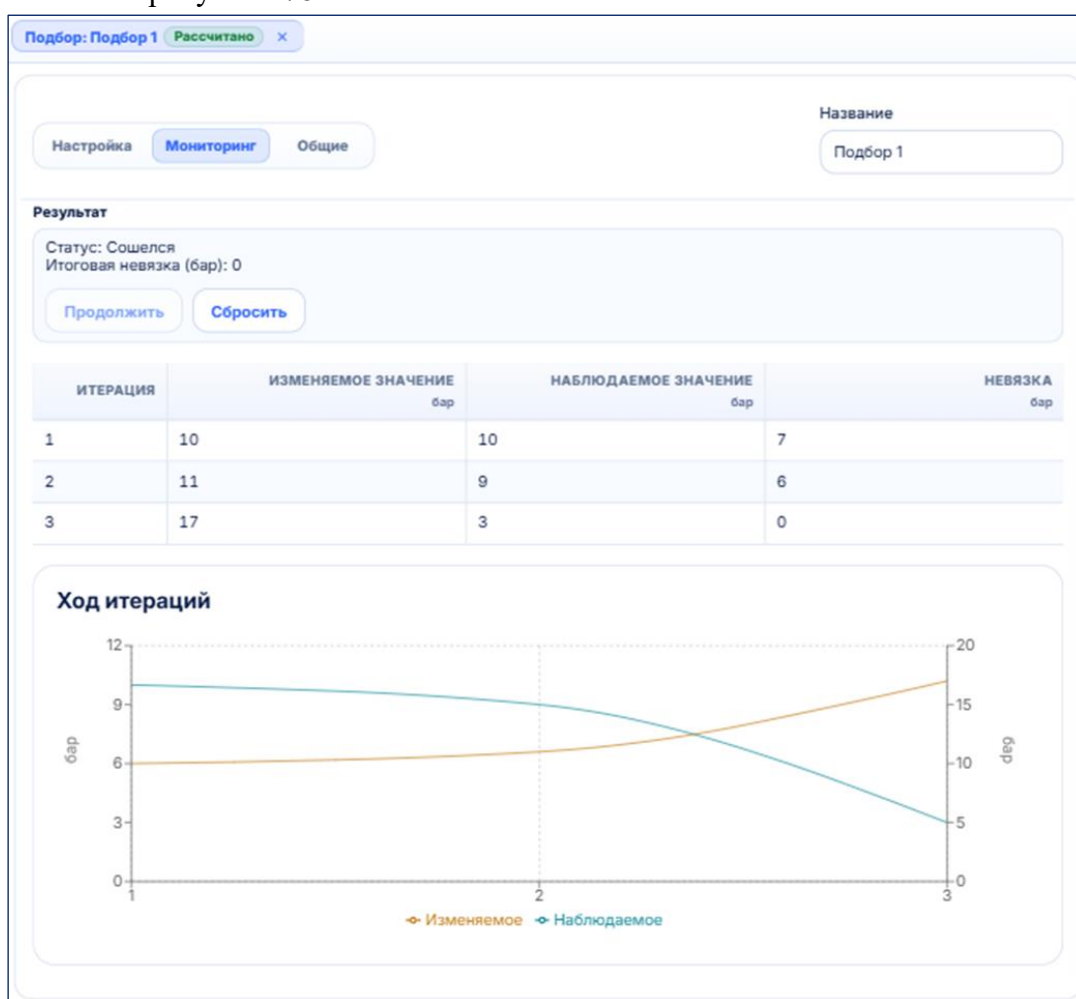


Рисунок 178. Мониторинг сходимости логического блока «Подбор»

Если текущее значение изменяемой спецификации не задано, платформа может использовать середину заданного диапазона или единственную указанную границу. Если отсутствуют и текущее значение, и границы, подбор не запускается.

**ВНИМАНИЕ.** Наблюдаемая величина должна быть результатом успешно рассчитанной схемы. Не задавайте на наблюдаемом входном потоке собственную спецификацию той же величины: это

приводит к переопределению задачи. Подбор может завершиться без сходимости при достижении лимита итераций, ошибке чтения или записи параметра либо остановке на границе диапазона.

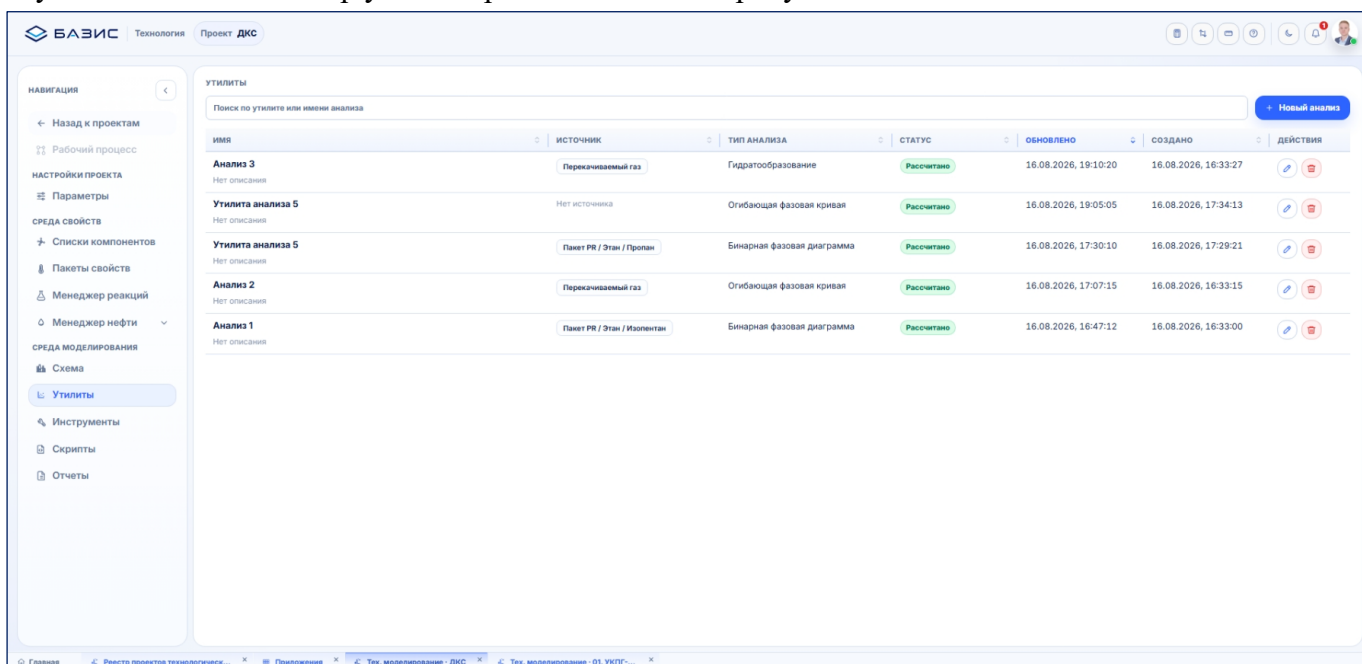
## 3.12. УТИЛИТЫ

Раздел «Утилиты» содержит проектные расчетные инструменты для специализированного анализа фазового поведения и свойств смеси. Анализ создается и хранится внутри текущего проекта, использует выбранный пакет свойств, состав или рассчитанный материальный поток и не добавляет новый объект на технологическую схему.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Результаты утилиты являются самостоятельным представлением расчетных данных. Изменение оформления графика, выбора отображаемых серий или единиц вывода не изменяет исходную технологическую схему и ее расчет автоматически.

### 3.12.1. НАЗНАЧЕНИЕ И РЕЕСТР АНАЛИЗОВ

Для перехода к реестру откройте проект приложения «Технология» и выберите пункт «Утилиты» в группе «Среда моделирования». В реестре отображаются созданные анализы и их текущее состояние. Реестр утилит проекта показан на рисунке 179.



| ИМЯ                               | ИСТОЧНИК                    | ТИП АНАЛИЗА                | СТАТУС     | ОБНОВЛЕНО            | СОЗДАНО              | ДЕЙСТВИЯ                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Анализ 3<br>Нет описания          | Перекачиваемый газ          | Гидратообразование         | Рассчитано | 16.08.2026, 19:10:20 | 16.08.2026, 16:33:27 |   |
| Утилита анализа 5<br>Нет описания | Нет источника               | Огибающая фазовая кривая   | Рассчитано | 16.08.2026, 19:05:05 | 16.08.2026, 17:34:13 |   |
| Утилита анализа 5<br>Нет описания | Пакет РР / Этан / Пропан    | Бинарная фазовая диаграмма | Рассчитано | 16.08.2026, 17:30:10 | 16.08.2026, 17:29:21 |   |
| Анализ 2<br>Нет описания          | Перекачиваемый газ          | Огибающая фазовая кривая   | Рассчитано | 16.08.2026, 17:07:15 | 16.08.2026, 16:33:15 |   |
| Анализ 1<br>Нет описания          | Пакет РР / Этан / Изопентан | Бинарная фазовая диаграмма | Рассчитано | 16.08.2026, 16:47:12 | 16.08.2026, 16:33:00 |   |

Рисунок 179. Реестр утилит проекта

Элементы реестра утилит и доступные действия приведены в таблице 123.

Таблица 123. Элементы реестра утилит

| Элемент | Назначение                                                               | Действие пользователя                                               |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Поиск   | Фильтрация записей по имени, описанию, источнику, типу анализа и статусу | Введите часть требуемого значения; список обновляется по мере ввода |



| Элемент             | Назначение                                                                                                                                           | Действие пользователя                                                             |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Имя                 | Имя и описание анализа                                                                                                                               | Выберите строку или дважды нажмите ее, чтобы открыть анализ                       |
| Источник            | Поток, пакет свойств, пара компонентов или иной источник исходных данных                                                                             | Используйте значение для проверки расчетной основы анализа                        |
| Тип анализа         | Вид выполняемого расчета                                                                                                                             | Сопоставьте тип с требуемой инженерной задачей                                    |
| Статус              | «Черновик» – расчет еще не завершен успешно; «Рассчитано» – сохранен актуальный успешный результат; «Ошибка» – последний расчет завершился с ошибкой | При ошибке откройте анализ, проверьте исходные данные и повторите расчет          |
| Обновлено / Создано | Дата и время последнего изменения и создания записи                                                                                                  | Используйте даты для контроля актуальности результата                             |
| Действия            | Открытие для редактирования и удаление анализа                                                                                                       | Нажмите кнопку с карандашом для открытия; удаление подтвердите в появившемся окне |
| Новый анализ        | Создание новой утилиты анализа                                                                                                                       | Нажмите кнопку и заполните форму создания                                         |

Если в проекте еще нет анализов либо поисковый запрос не возвращает записей, отображается пустое состояние реестра. Пустой реестр утилит показан на рисунке 180. Окно создания анализа утилиты показано на рисунке 181.

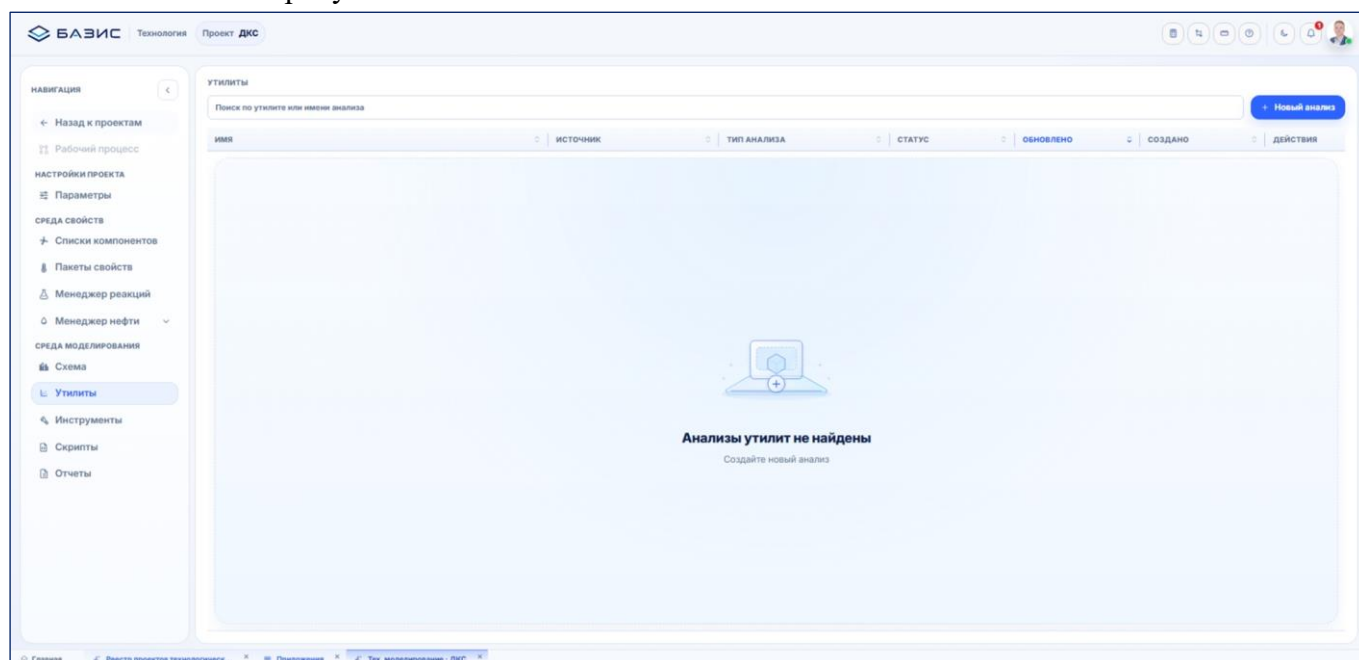


Рисунок 180. Пустой реестр утилит

### 3.12.2. СОЗДАНИЕ АНАЛИЗА

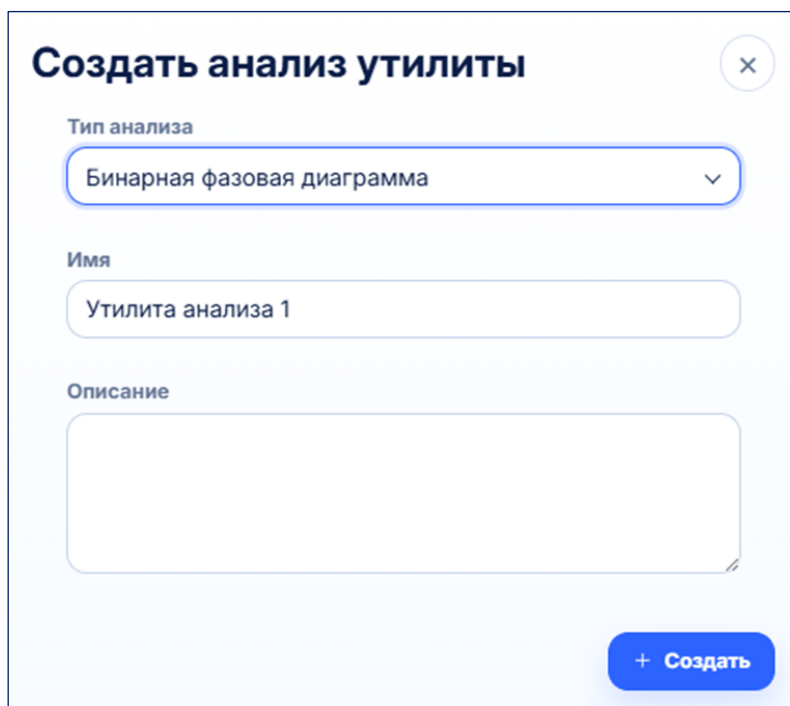


Рисунок 181. Окно создания анализа утилиты

Доступные типы анализа и их назначение приведены в таблице 124.

Таблица 124. Доступные типы анализа

| Тип анализа                | Назначение                                                                                    |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Бинарная фазовая диаграмма | Расчет фазового равновесия двухкомпонентной смеси с построением ТХУ/РХУ- и ХУ-представлений   |
| Огибающая фазовая кривая   | Построение границы двухфазной области многокомпонентной смеси и определение характерных точек |
| Гидратообразование         | Оценка условий образования газовых гидратов для выбранного источника состава                  |

Чтобы создать анализ:

1. Нажмите «Новый анализ» в реестре утилит.
2. Выберите требуемый тип анализа.
3. Введите уникальное и понятное имя анализа. При необходимости добавьте описание условий или назначения.
4. Нажмите «Создать». Система сохранит запись и откроет форму исходных данных выбранного анализа.

### 3.12.3. БИНАРНАЯ ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА

Бинарная фазовая диаграмма предназначена для анализа парожидкостного равновесия смеси двух компонентов. Расчет выполняется выбранным пакетом свойств для одного или нескольких фиксированных условий. Исходные данные бинарной фазовой диаграммы показаны на рисунке 182.

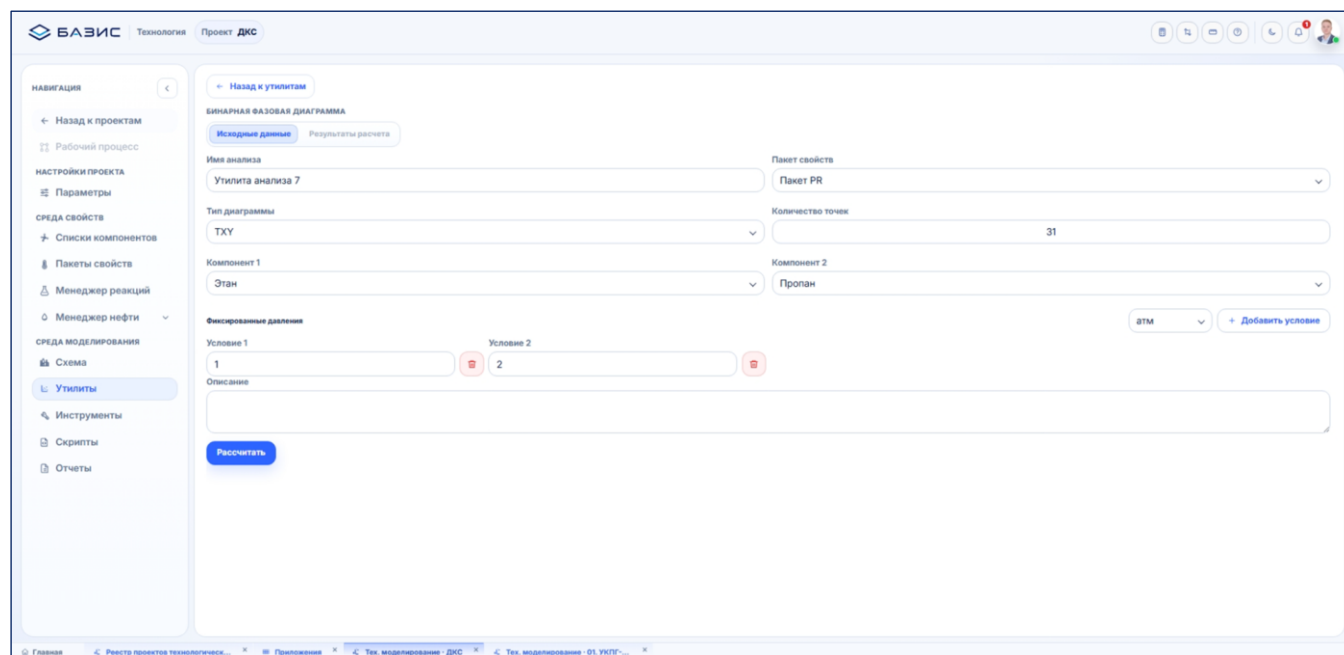


Рисунок 182. Исходные данные бинарной фазовой диаграммы

Исходные данные бинарного анализа и правила их задания приведены в таблице 125.

Таблица 125. Исходные данные бинарного анализа

| Поле                                    | Назначение                                                                                                   | Правило заполнения                                                                                              |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Имя анализа                             | Наименование записи в реестре                                                                                | Введите имя, позволяющее отличить расчет от других вариантов                                                    |
| Пакет свойств                           | Термодинамическая модель фазового равновесия                                                                 | Выберите пакет, совместимый с компонентами и типом анализа                                                      |
| Тип диаграммы                           | ТХУ – температура и состав при фиксированном давлении; РХУ – давление и состав при фиксированной температуре | Выберите представление, соответствующее постановке задачи                                                       |
| Количество точек                        | Разрешение расчетных кривых                                                                                  | Допустимо от 12 до 120 точек; большее значение повышает детализацию и может увеличить время расчета             |
| Компонент 1 /<br>Компонент 2            | Пара компонентов бинарной смеси                                                                              | Выберите два различных компонента из списка компонентов проекта                                                 |
| Фиксированные давления /<br>температуры | Набор условий, для которых строятся серии                                                                    | Введите положительные неповторяющиеся значения, выберите единицу и при необходимости нажмите «Добавить условие» |
| Описание                                | Комментарий к расчетному варианту                                                                            | Укажите назначение, допущения или источник исходных условий                                                     |

| Поле       | Назначение     | Правило заполнения                                                                             |
|------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рассчитать | Запуск анализа | После заполнения обязательных полей нажмите кнопку и дождитесь перехода на вкладку результатов |

Основной порядок работы:

1. Выберите пакет свойств и тип диаграммы.
2. Задайте два различных компонента и требуемое количество расчетных точек.
3. Введите одно или несколько фиксированных условий. Для ТХУ задаются давления, для РХУ – температуры.
4. Нажмите «Рассчитать» и перейдите к вкладке «Результаты расчета».
5. Выберите базис состава, условие результата и серии, которые требуется показать на графике.

Результаты бинарного анализа в представлении ТХУ показаны на рисунке 183.

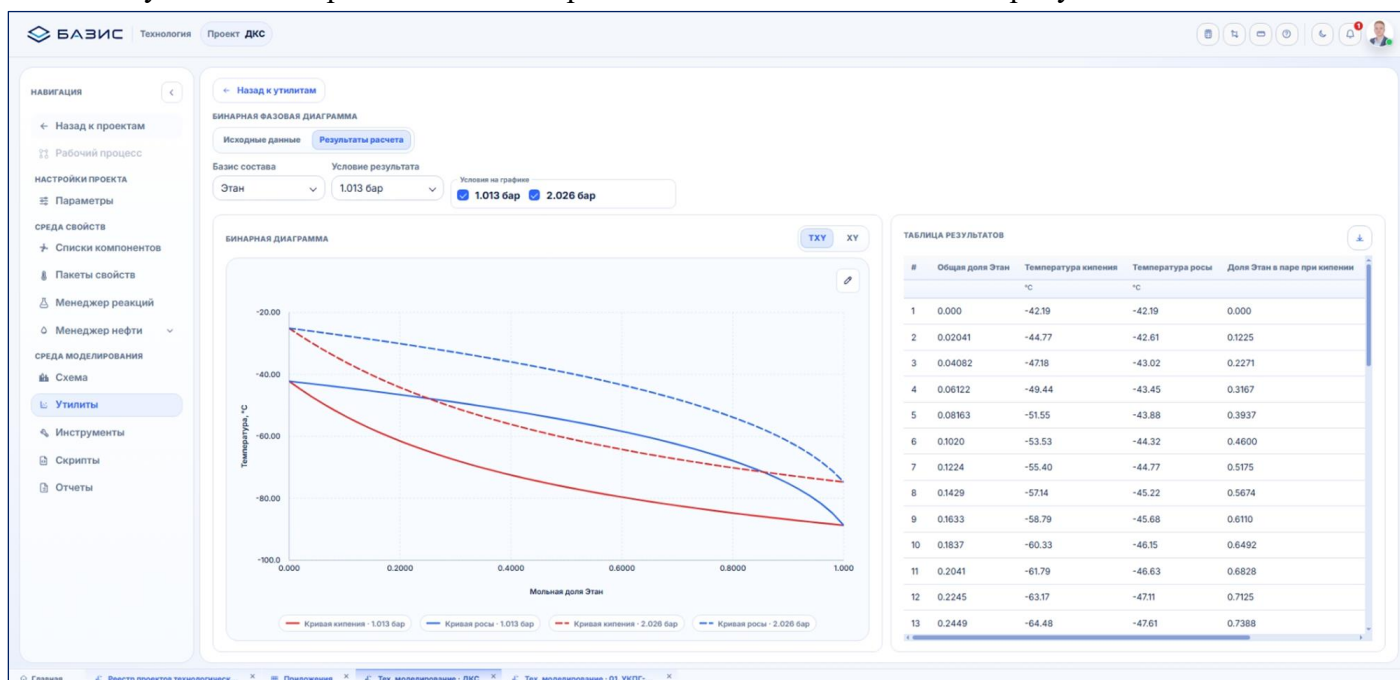


Рисунок 183. Результаты бинарного анализа в представлении ТХУ

В представлении ТХУ по оси абсцисс откладывается мольная доля базисного компонента, по оси ординат – температура. Кривая кипения соответствует появлению первой паровой фазы при нагреве жидкости, кривая росы – появлению первой жидкой фазы при охлаждении пара. Если рассчитано несколько фиксированных условий, серии можно включать и отключать флажками. Результаты бинарного анализа в представлении ХУ показаны на рисунке 184.

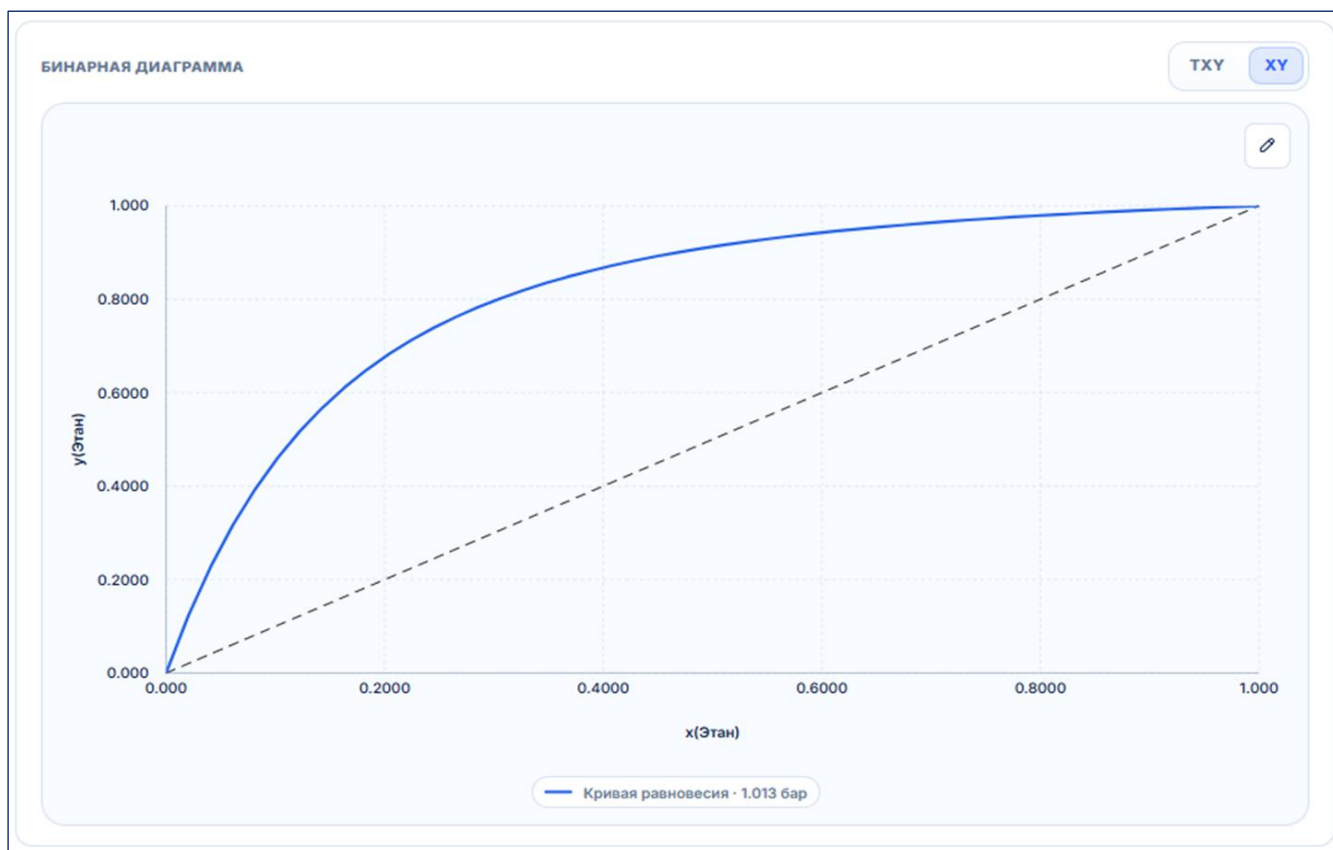


Рисунок 184. Результаты бинарного анализа в представлении XY

В представлении XY по оси x показана равновесная мольная доля базисного компонента в жидкой фазе, по оси y – его доля в паровой фазе. Пунктирная диагональ  $y = x$  является линией равных составов и служит ориентиром; расчетной кривой является линия равновесия.

Команды управления результатами бинарного анализа приведены в таблице 126.

Таблица 126. Управление результатами бинарного анализа

| Элемент             | Назначение                                                                                 |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Базис состава       | Выбор компонента, относительно которого отображаются доли состава                          |
| Условие результата  | Выбор одного фиксированного давления или температуры для просмотра данных                  |
| Условия на графике  | Включение и отключение рассчитанных серий без повторного запуска расчета                   |
| ТХУ / ХУ            | Переключение между температурно-составным и равновесным составным представлением           |
| Кнопка с карандашом | Открытие редактора оформления графика; изменение оформления не изменяет расчетные значения |
| Таблица результатов | Просмотр числовых точек, соответствующих рассчитанным сериям                               |
| Кнопка загрузки     | Экспорт табличных результатов в файл Excel                                                 |

### 3.12.4. ОГИБАЮЩАЯ ФАЗОВАЯ КРИВАЯ

Огибающая фазовая кривая показывает границу области сосуществования жидкой и паровой фаз многокомпонентной смеси. Источником состава может быть материальный поток схемы или виртуальный состав, заданный непосредственно в анализе. Исходные данные огибающей фазовой кривой показаны на рисунке 185.

Рисунок 185. Исходные данные огибающей фазовой кривой

Исходные данные анализа огибающей фазовой кривой приведены в таблице 127.

Таблица 127. Исходные данные анализа огибающей

| Элемент                               | Назначение                                                          | Порядок работы                                                                                                                         |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Источник состава                      | Выбор между рассчитанным потоком схемы и виртуальным составом       | Для потока выберите материальный поток с заданным составом; для виртуального состава заполните компоненты и доли в форме анализа       |
| Материальный поток                    | Источник состава и термодинамического контекста проекта             | Выберите требуемый поток из списка                                                                                                     |
| Количество точек                      | Разрешение огибающей                                                | Допустимо от 12 до 120 точек                                                                                                           |
| Показывать линии качества пара        | Дополнительные линии постоянной доли пара внутри двухфазной области | Включите функцию и задайте требуемые значения качества пара                                                                            |
| Показывать границу гидратообразования | Добавление расчетной границы устойчивости гидратов                  | Включите при необходимости; линия доступна на диаграмме «Температура–Давление», если расчет может быть выполнен для выбранного состава |

| Элемент    | Назначение                                       | Порядок работы                               |
|------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Описание   | Комментарий к расчетному варианту                | Укажите назначение и существенные допущения  |
| Рассчитать | Построение огибающей и производных представлений | Нажмите после заполнения обязательных данных |

Чтобы построить огибающую:

1. Выберите источник состава и укажите материальный поток либо сформируйте виртуальный состав.
2. Задайте количество расчетных точек.
3. При необходимости включите линии качества пара и границу гидратообразования.
4. Нажмите «Рассчитать» и откройте вкладку «Результаты расчета».
5. Переключайте представления графика и сопоставляйте выбранные точки с таблицей результатов. Результаты расчета огибающей фазовой кривой показаны на рисунке 186.

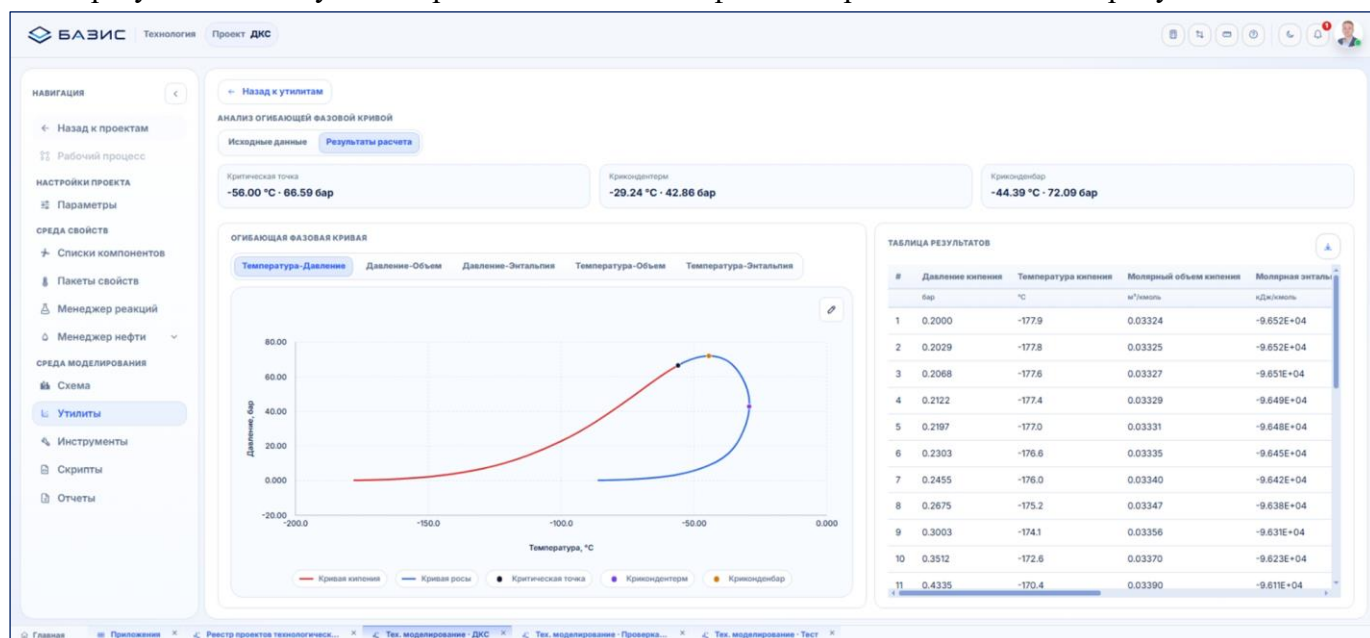


Рисунок 186. Результаты расчета огибающей фазовой кривой

Элементы результатов огибающей и правила их интерпретации приведены в таблице 128.

Таблица 128. Элементы результатов огибающей

| Элемент              | Назначение и интерпретация                                                                                           |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Критическая точка    | Состояние схождения ветвей кипения и росы, в котором различие между жидкой и паровой фазами исчезает                 |
| Крикондентерм        | Максимальная температура двухфазного существования смеси                                                             |
| Криконденбар         | Максимальное давление двухфазного существования смеси                                                                |
| Температура–Давление | Основное представление фазовой огибающей; на нем могут отображаться граница гидратообразования и линии качества пара |

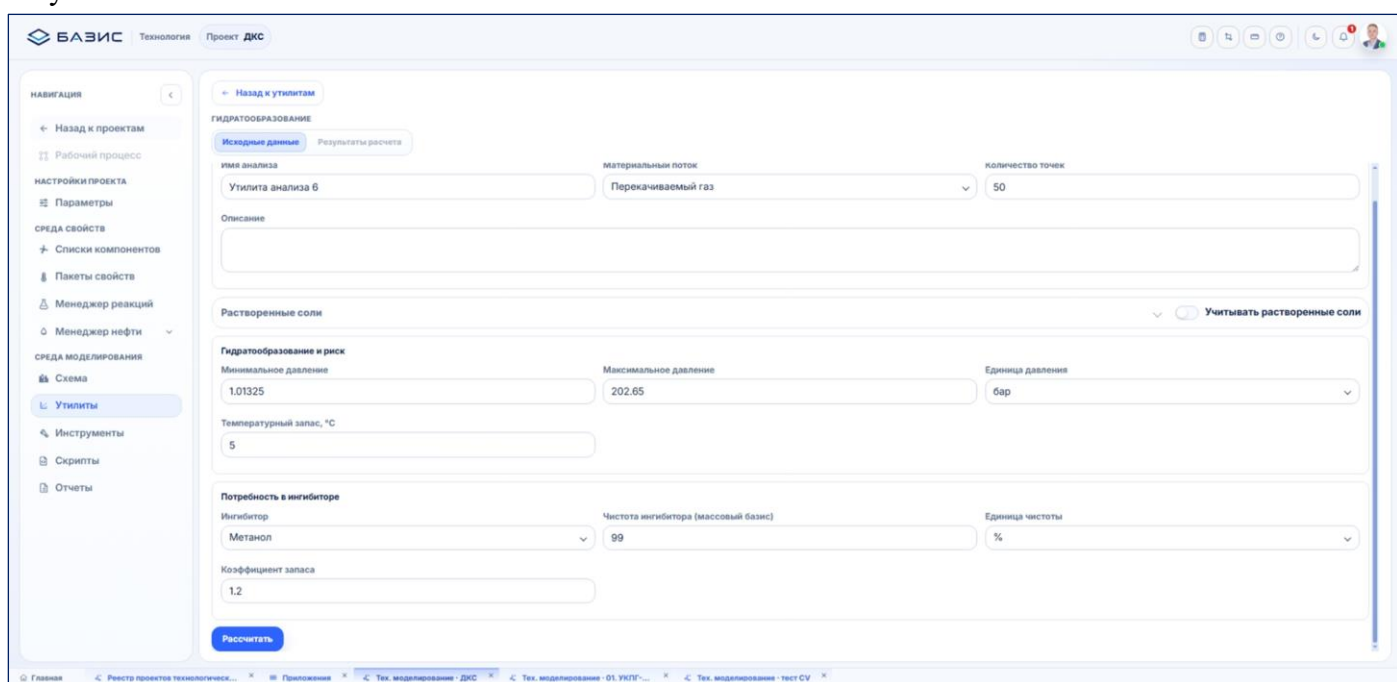


| Элемент               | Назначение и интерпретация                                                                                          |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Давление–Объем        | Зависимость давления от молярного объема для рассчитанных точек огибающей                                           |
| Давление–Энтальпия    | Зависимость давления от молярной энтальпии                                                                          |
| Давление–Энтропия     | Зависимость давления от молярной энтропии                                                                           |
| Температура–Объем     | Зависимость температуры от молярного объема                                                                         |
| Температура–Энтальпия | Зависимость температуры от молярной энтальпии                                                                       |
| Температура–Энтропия  | Зависимость температуры от молярной энтропии                                                                        |
| Кнопка с карандашом   | Открытие редактора оформления текущего графика без изменения результатов расчета                                    |
| Таблица результатов   | Числовые параметры точек огибающей; состав колонок зависит от выбранного представления и доступных расчетных данных |
| Кнопка выгрузки       | Экспорт табличных результатов в файл Excel                                                                          |

### 3.12.5. ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕ

Анализ гидратообразования определяет расчетную границу образования газовых гидратов для выбранного материального потока, оценивает запас температуры относительно этой границы и, при необходимости, рассчитывает потребность в метаноле. Для данного анализа источником состава служит только материальный поток схемы; отдельный виртуальный состав не используется.

Исходные данные анализа показаны на рисунке 187. Расчет выполняется в выбранном для проекта пакете свойств и использует фактический состав и состояние материального потока на момент запуска.



БАЗИС Технологическое моделирование Проект ДКС

Навигация: Назад к проектам, Рабочий процесс, Настройки проекта, Параметры, Среда свойств, Списки компонентов, Пакеты свойств, Менеджер реакций, Менеджер нефти, Среда моделирования, Схема, **Утилиты**, Инструменты, Скрипты, Отчеты

← Назад к утилитам

ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕ

Исходные данные Результаты расчета

Имя анализа: Утилита анализа 6 Материальный поток: Перекачиваемый газ Количество точек: 50

Описание:

Растворенные соли: Учить растворенные соли

Гидратообразование и риск

Минимальное давление: 1.01325 Максимальное давление: 202.65 Единица давления: бар

Температурный запас, °C: 5

Потребность в ингибиторе

Ингибитор: Метанол Чистота ингибитора (массовый базис): 99 Единица чистоты: %

Коэффициент запаса: 1.2

Рассчитать

ГЛАВНАЯ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ТЕХ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДКС ТЕХ. МОДЕЛИРОВАНИЕ 01. УТИЛИТЫ ТЕХ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕСТ CV

Рисунок 187. Исходные данные анализа гидратообразования

Для выполнения анализа гидратообразования выполните следующие действия:

1. В реестре утилит создайте анализ типа «Гидратообразование» и укажите его название.
2. Выберите рассчитанный материальный поток и задайте количество точек расчетной границы.
3. Укажите минимальное и максимальное давление, единицу давления и температурный запас. Минимальное давление должно быть меньше максимального.
4. При необходимости включите учет растворенных солей и задайте состав водной фазы.
5. В блоке «Потребность в ингибиторе» выберите метанол, укажите его чистоту на массовой основе и коэффициент запаса.
6. Нажмите «Рассчитать» и после завершения откройте вкладку «Результаты расчета».

Параметры анализа гидратообразования приведены в таблице 129.

Таблица 129. Параметры анализа гидратообразования

| Параметр                                   | Назначение                                                     | Ограничение или действие                                                                                              |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Материальный поток</b>                  | Источник состава и расчетного состояния                        | Выберите поток схемы, для которого доступно расчетное состояние                                                       |
| <b>Количество точек</b>                    | Дискретность границы гидратообразования                        | Задайте от 12 до 120 точек                                                                                            |
| <b>Минимальное / максимальное давление</b> | Диапазон построения границы                                    | Задайте значения от 1 до 1000 бар; минимальное значение должно быть меньше максимального                              |
| <b>Температурный запас</b>                 | Требуемое удаление рабочей точки от границы гидратообразования | Задайте значение от 0 до 15 °C                                                                                        |
| <b>Растворенные соли</b>                   | Учет ингибирующего влияния солей в водной фазе                 | При включении задайте NaCl, KCl, CaCl <sub>2</sub> и (или) MgCl <sub>2</sub> ; суммарная доля должна быть меньше 30 % |
| <b>Единицы солей</b>                       | Способ задания содержания солей                                | Используйте массовый процент раствора, г/кг воды или моль/кг воды                                                     |
| <b>Ингибитор</b>                           | Вещество для снижения температуры гидратообразования           | В текущей реализации используется метанол                                                                             |
| <b>Чистота ингибитора</b>                  | Массовая доля метанола в товарном растворе                     | Задайте от 50 до 100 %                                                                                                |
| <b>Коэффициент запаса</b>                  | Проектный запас подачи товарного раствора                      | Задайте значение от 1,0 до 3,0                                                                                        |

На вкладке «Результаты расчета» выводятся итоговая оценка риска, расчетная температура образования гидратов при наличии свободной воды, расчетный тип гидрата, температура потока и температурный запас. Ниже расположены расчет ингибитора, график границы гидратообразования и таблица расчетных точек. Пример результатов показан на рисунке 188.

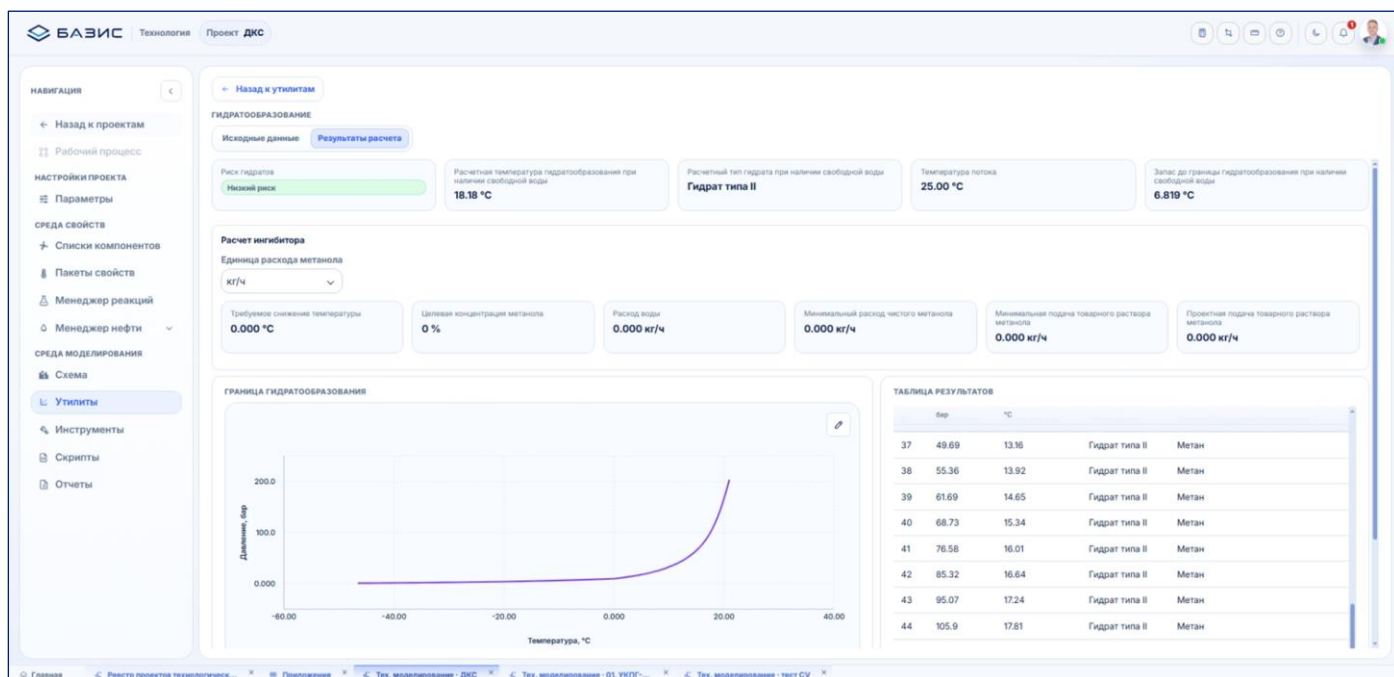


Рисунок 188. Результаты анализа гидратообразования

Состав результатов анализа приведен в таблице 130.

Таблица 130. Результаты анализа гидратообразования

| Результат                      | Содержание                                                                | Интерпретация                                                                      |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Риск гидратов                  | Итоговая качественная оценка                                              | Сопоставьте температуру потока с границей с учетом заданного температурного запаса |
| Температура гидратообразования | Расчетная температура границы при наличии свободной воды                  | Используйте совместно с давлением и фактической температурой потока                |
| Тип гидрата                    | Расчетный структурный тип гидрата                                         | Результат зависит от состава выбранного материального потока                       |
| Запас до границы               | Разность между температурой потока и расчетной границей                   | Положительное значение показывает удаление рабочей точки от границы                |
| Требуемое снижение температуры | Необходимое смещение границы ингибитором                                  | При достаточном собственном запасе значение равно нулю                             |
| Целевая концентрация метанола  | Расчетная концентрация метанола в водной фазе                             | Используется для определения минимальной подачи ингибитора                         |
| Расходы метанола               | Минимальная и проектная подачи чистого и товарного метанола               | Проектная подача учитывает чистоту товарного раствора и коэффициент запаса         |
| Граница гидратообразования     | График давления от температуры                                            | Рабочая точка должна оцениваться относительно рассчитанной кривой                  |
| Таблица результатов            | Давление, температура, тип гидрата и основной гидратообразующий компонент | Используйте для проверки отдельных точек расчетной границы                         |

### 3.12.6. ПЕРЕСЧЕТ УТИЛИТ ПОСЛЕ РАСЧЕТА СХЕМЫ

Автоматический пересчет поддерживает результаты утилит в актуальном состоянии после изменения и повторного расчета технологической схемы. Функция доступна для анализа огибающей фазовой кривой и анализа гидратообразования, если источником данных выбран материальный поток схемы.

Переключатель «Пересчитывать после расчета схемы» показан на рисунке 189. Его можно включить при настройке анализа и после первого расчета, когда исходные данные уже зафиксированы. Выбранная утилита остается связанной с указанным материальным потоком.

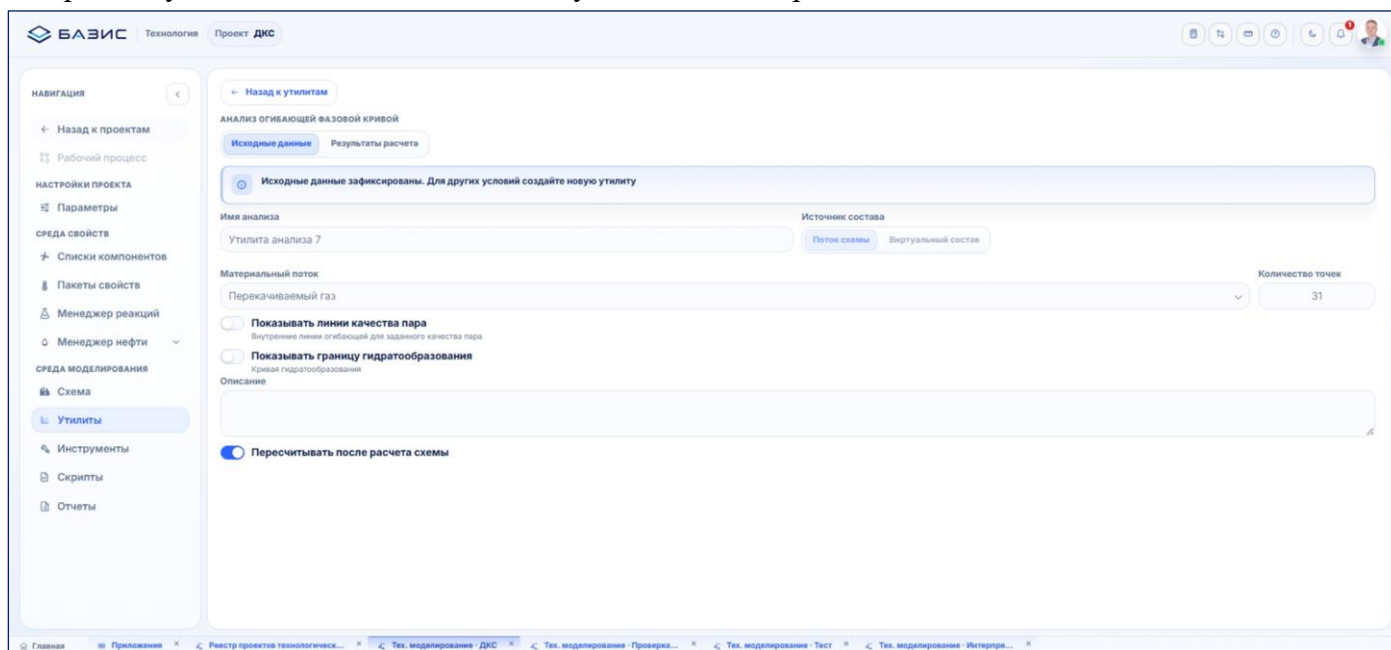


Рисунок 189. Включение пересчета утилиты после расчета схемы

Для включения и проверки автоматического пересчета выполните следующие действия:

1. Создайте анализ огибающей фазовой кривой или гидратообразования и выберите источником рассчитанный материальный поток схемы.
2. Включите переключатель «Пересчитывать после расчета схемы». Если анализ уже рассчитан и его исходные данные зафиксированы, изменение переключателя сохраняется автоматически.
3. Запустите расчет технологической схемы. После его успешного завершения БАЗИС поставит в расчет включенные утилиты, связанные с рассчитанными или распространенными в этом запуске материальными потоками.
4. Откройте карточку соответствующего материального потока и перейдите на вкладку «Утилиты». Вкладка появляется, если для потока есть хотя бы одна утилита с включенным автоматическим пересчетом.
5. Проверьте состояние и сводные результаты. Для просмотра всех исходных данных, таблиц и результатов нажмите «Открыть утилиту».

Вкладка «Утилиты» карточки материального потока показана на рисунке 190. Для огибающей фазовой кривой в карточке выводятся критическая точка, крикондентерм, криконденбар и график кривых кипения и росы. Для гидратообразования отображаются риск, температура и тип гидрата, температура потока, температурный запас и график границы гидратообразования.



Рисунок 190. Вкладка «Утилиты» карточки материального потока

Элементы автоматического пересчета и вкладки «Утилиты» приведены в таблице 131.

Таблица 131. Элементы автоматического пересчета и вкладки «Утилиты»

| Элемент                                  | Назначение                                                                          | Отображаемое состояние или действие                                                   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Пересчитывать после расчета схемы</b> | Связывает последующие расчеты утилиты с успешными расчетами схемы                   | Доступен для огибающей фазовой кривой и гидратообразования с источником «Поток схемы» |
| <b>Вкладка «Утилиты»</b>                 | Показывает связанные с потоком утилиты, для которых включен автоматический пересчет | Не отображается, если для потока нет таких утилит                                     |
| <b>Перерасчет после расчета схемы</b>    | Сообщает, что автоматический расчет утилиты выполняется                             | Дождитесь завершения, после чего карточка обновится                                   |
| <b>Сводные показатели и график</b>       | Позволяют быстро проверить актуальный результат в контексте материального потока    | Состав показателей зависит от типа утилиты; единицы соответствуют настройкам проекта  |
| <b>Ошибка расчета</b>                    | Показывает, что автоматический расчет утилиты завершился с ошибкой                  | Прочитайте сообщение и откройте утилиту для проверки исходных данных                  |
| <b>Результатов расчета пока нет</b>      | Показывает включенную утилиту без готового результата                               | Запустите расчет схемы либо откройте утилиту и выполните расчет вручную               |

| Элемент         | Назначение                                     | Отображаемое состояние или действие                                                     |
|-----------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Открыть утилиту | Переходит к полной странице выбранного анализа | Используйте для просмотра исходных данных, таблиц, графиков и диагностических сообщений |

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Автоматический пересчет является последующей расчетной операцией и не изменяет исходные данные технологической схемы. Ошибка утилиты не отменяет уже успешно заверченный расчет схемы; состояние и сообщение об ошибке отображаются в карточке утилиты. Если во время текущего пересчета завершится более новый расчет схемы, БАЗИС сохранит запрос на актуализацию и выполнит следующий пересчет после завершения текущего.

### 3.13. ИНСТРУМЕНТЫ

Раздел «Инструменты» содержит сохраняемые в проекте средства многовариантного расчета. Сценарное исследование выполняет стационарный расчет схемы для набора комбинаций независимых параметров, собирает выбранные расчетные отклики и представляет результаты в таблице и на графике. Каждый вариант рассчитывается на копии исходного состояния, поэтому выполненные сценарии не перезаписывают технологическую схему проекта. Оптимизатор помогает подобрать параметры схемы по заданной цели и ограничениям, а затем сохранить подходящий результат как новую версию модели.

#### 3.13.1. НАЗНАЧЕНИЕ И РЕЕСТР ИНСТРУМЕНТОВ

Для перехода к реестру откройте проект приложения «Технология» и выберите пункт «Инструменты» в группе «Среда моделирования». В реестре отображаются имя, тип, статус, время создания и последнего изменения каждого инструмента. Общий вид реестра показан на рисунке 191.

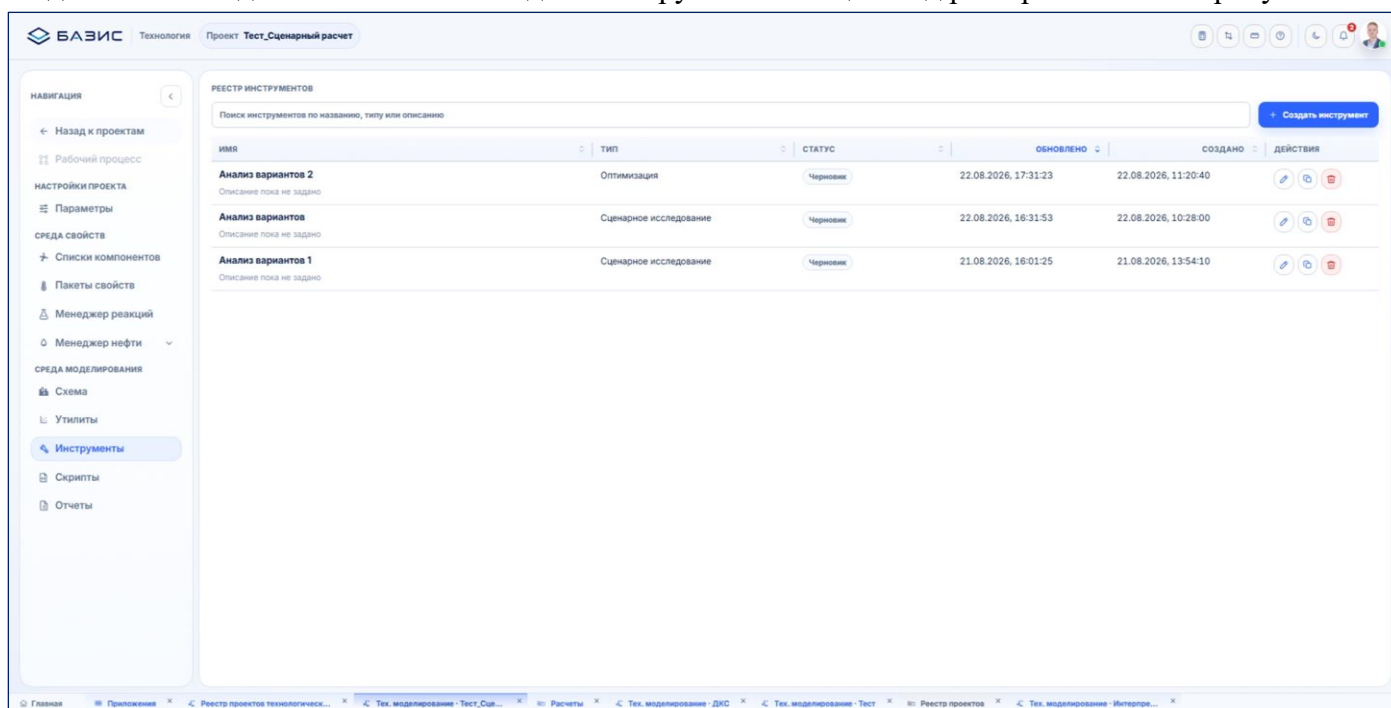


Рисунок 191. Реестр инструментов проекта

Элементы реестра и доступные действия приведены в таблице 132.



Таблица 132. Элементы реестра инструментов

| Элемент             | Назначение                                   | Действие пользователя                                                       |
|---------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Поиск               | Фильтрация по имени, типу или описанию       | Введите часть требуемого значения                                           |
| Имя                 | Название инструмента и его описание          | Дважды щелкните строку либо нажмите пиктограмму редактирования для открытия |
| Тип                 | Вид проектного инструмента                   | Для рассматриваемого расчета отображается «Сценарное исследование»          |
| Статус              | Текущее состояние записи                     | Новая и редактируемая запись имеет статус «Черновик»                        |
| Обновлено / Создано | Дата и время последнего изменения и создания | Используйте заголовки столбцов для сортировки                               |
| Копировать          | Создание копии выбранного инструмента        | Нажмите пиктограмму копирования; новая запись появится в реестре            |
| Удалить             | Удаление инструмента из реестра              | Нажмите пиктограмму удаления и подтвердите действие                         |

### 3.13.2. СОЗДАНИЕ СЦЕНАРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Кнопка «Создать инструмент» открывает форму создания. Для многовариантного расчета выберите тип «Сценарное исследование». Название является обязательным, комментарий можно использовать для фиксации назначения или условий расчета. Форма создания показана на рисунке 192.

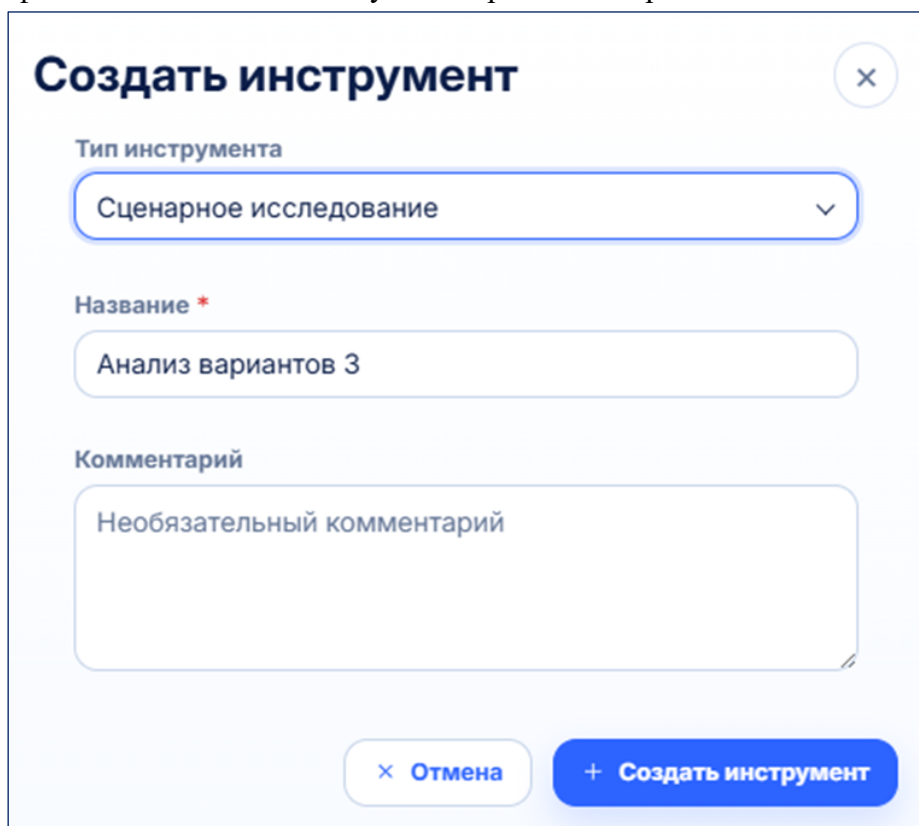


Рисунок 192. Создание сценарного исследования

Поля формы создания приведены в таблице 133.



Таблица 133. Поля создания инструмента

| Поле               | Назначение                              | Правило заполнения                                                   |
|--------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Тип инструмента    | Выбор расчетного инструмента            | Выберите «Сценарное исследование»                                    |
| Название           | Имя записи в реестре                    | Введите обязательное и понятное название                             |
| Комментарий        | Дополнительное описание                 | При необходимости укажите цель, исходные допущения или вариант схемы |
| Создать инструмент | Сохранение записи и переход к редактору | Нажмите после заполнения обязательного поля                          |

Чтобы создать исследование:

1. Нажмите «Создать инструмент» в реестре.
2. Выберите тип «Сценарное исследование».
3. Введите название и при необходимости комментарий.
4. Нажмите «Создать инструмент». Платформа сохранит запись и откроет редактор исследования.

### 3.13.3. НЕЗАВИСИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Независимый параметр задает изменяемую входную спецификацию объекта схемы. Для каждого параметра выбираются объект, доступная входная величина, единица измерения и диапазон значений. Настройка одного независимого параметра показана на рисунке 193.

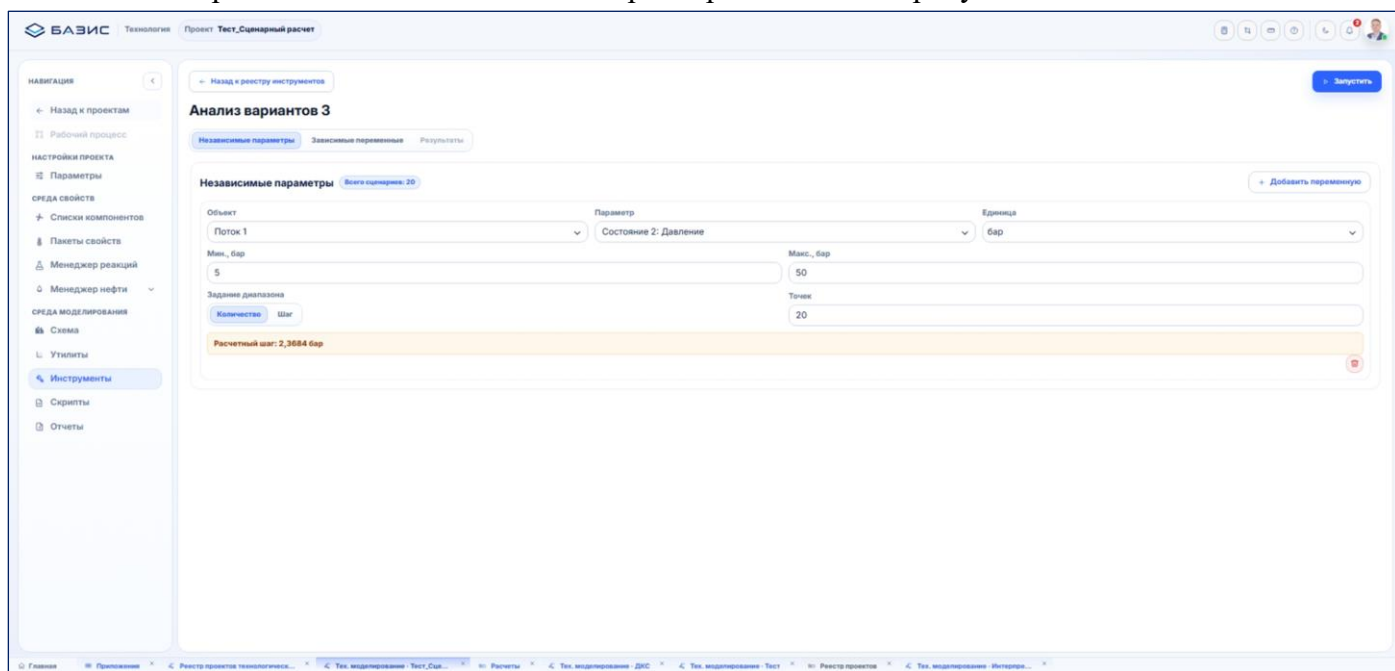


Рисунок 193. Настройка независимого параметра

Поля и режимы задания диапазона приведены в таблице 134.

Таблица 134. Настройка независимого параметра

| Элемент | Назначение                             | Правило заполнения                                          |
|---------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Объект  | Объект или поток технологической схемы | Выберите объект, содержащий изменяемую входную спецификацию |

| Элемент             | Назначение                        | Правило заполнения                                                                                  |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Параметр            | Изменяемая входная величина       | Выберите доступный параметр выбранного объекта                                                      |
| Единица             | Единица задания диапазона         | Выберите требуемую единицу; все значения диапазона вводятся в ней                                   |
| Мин. / Макс.        | Границы диапазона                 | Введите начальное и конечное значения, включая границы                                              |
| Количество          | Задание диапазона числом точек    | Введите не менее двух точек; расчетный шаг определяется как (максимум – минимум) / (количество – 1) |
| Шаг                 | Задание диапазона приращением     | Введите ненулевой шаг: положительный для возрастающего и отрицательный для убывающего диапазона     |
| Всего сценариев     | Общее число комбинаций            | Проверьте значение перед запуском; для нескольких параметров количества точек перемножаются         |
| Добавить переменную | Добавление независимого параметра | Добавьте отдельную карточку и настройте ее диапазон                                                 |

**ВАЖНО.** Перед запуском требуется от одного до восьми независимых параметров. Число точек одного диапазона может составлять от 2 до 1000, а общее число расчетов по декартову произведению диапазонов не должно превышать 2500. В режиме «Шаг» конечная граница включается в набор даже тогда, когда заданное приращение не приводит к ней точно.

### 3.13.4. ЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ И ЗАПУСК

Зависимая переменная определяет расчетный отклик, который требуется получить для каждой комбинации входных условий. Выберите объект, доступный расчетный параметр и единицу вывода. Настройка отклика показана на рисунке 194.

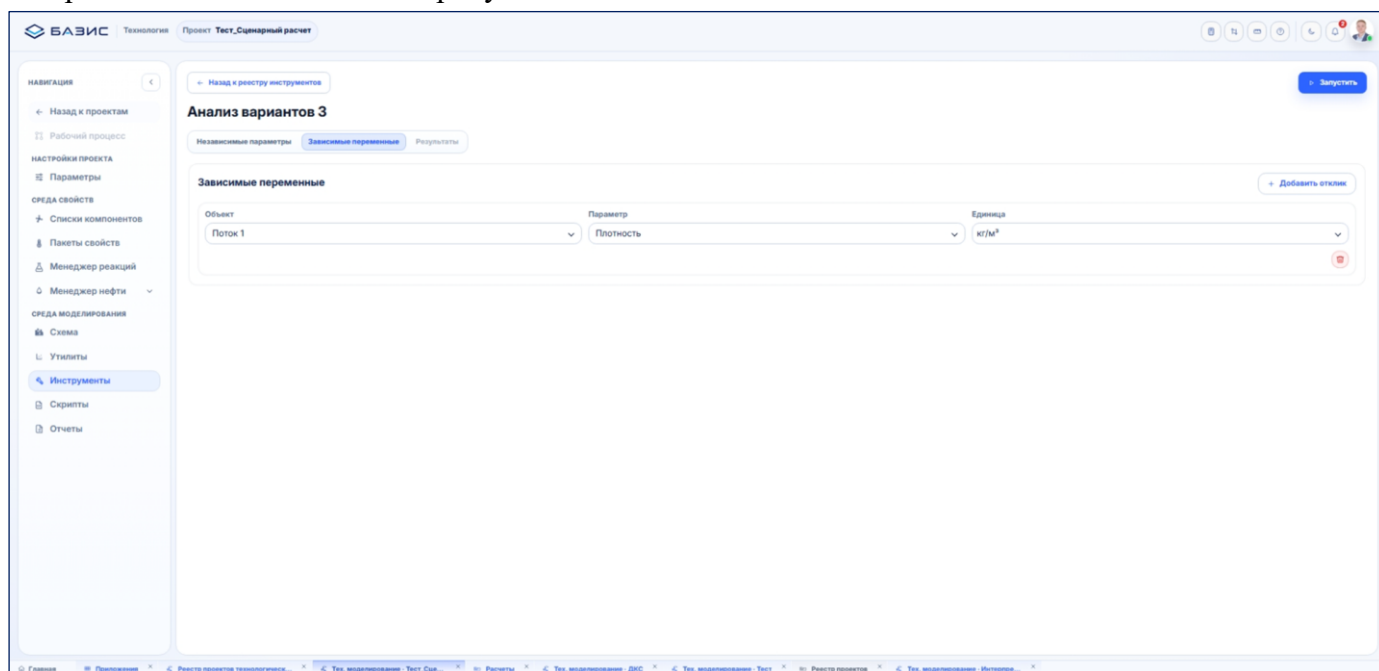
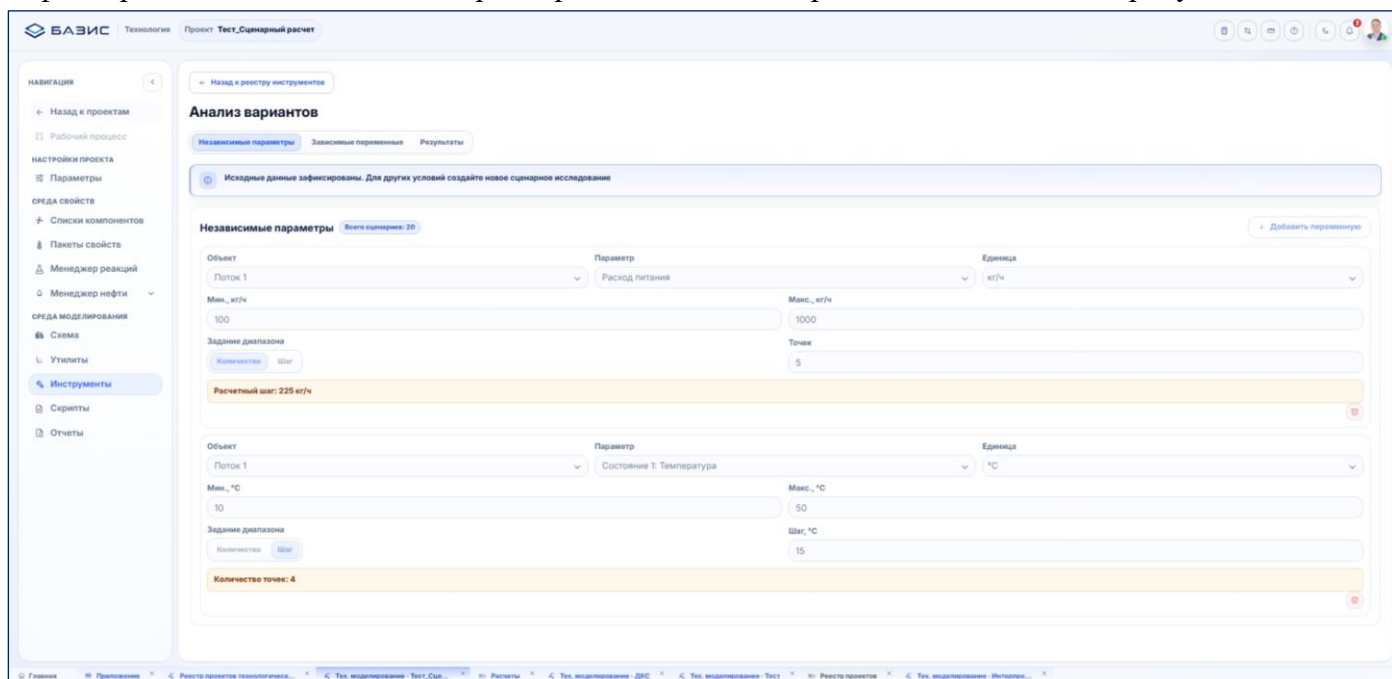


Рисунок 194. Настройка зависимой переменной

Основной порядок запуска исследования:

1. На вкладке «Независимые параметры» добавьте от одного до восьми изменяемых параметров и задайте их диапазоны.
2. На вкладке «Зависимые переменные» добавьте хотя бы один расчетный отклик. Допускается выбрать до 60 откликов.
3. Проверьте показатель «Всего сценариев» и расчетный шаг либо количество точек каждого диапазона.
4. Нажмите «Запустить». Платформа выполнит отдельный стационарный расчет для каждой комбинации входных значений.
5. После завершения откройте вкладку «Результаты» и проверьте число успешных и завершившихся с ошибкой расчетов.

После получения результата исходные параметры исследования фиксируются. Поля становятся недоступными, а над рабочей областью отображается сообщение о фиксации исходных данных. Зафиксированные независимые параметры и зависимые переменные показаны на рисунках 195 и 193.



БАЗИС Технологии Проект: Тест\_Сценарный расчет

Назад к реестру инструментов

### Анализ вариантов

Независимые параметры | Зависимые переменные | Результаты

Исходные данные зафиксированы. Для других условий создайте новое сценарное исследование

Всего сценариев: 20

Добавить переменную

| Объект                  | Параметр                 | Единица     |
|-------------------------|--------------------------|-------------|
| Поток 1                 | Расход питания           | кг/ч        |
| Мин., кг/ч              |                          | Макс., кг/ч |
| 100                     |                          | 1000        |
| Задание диапазона       |                          | Точки       |
| Количество Шаг          |                          | 5           |
| Расчетный шаг: 225 кг/ч |                          |             |
| Поток 1                 | Состояние 1: Температура | °C          |
| Мин., °C                |                          | Макс., °C   |
| 10                      |                          | 50          |
| Задание диапазона       |                          | Шаг, °C     |
| Количество Шаг          |                          | 15          |
| Количество точек: 4     |                          |             |

Главная | Приложение | Реестр проектов технологическ... | Тех. моделирование - Тест\_Сцен... | Расчеты | Тех. моделирование - ДМС | Тех. моделирование - Тест | Реестр проектов | Тех. моделирование - Истори...

Рисунок 195. Зафиксированные независимые параметры выполненного исследования

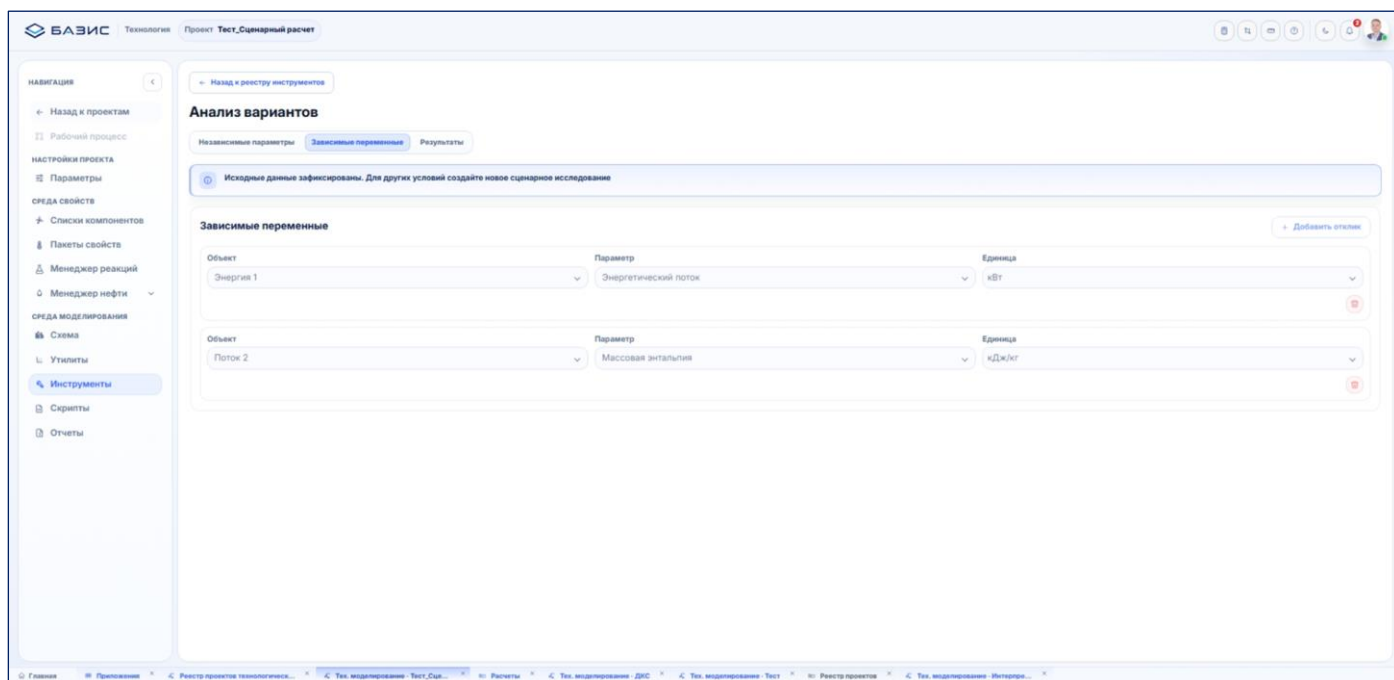


Рисунок 196. Зафиксированные зависимые переменные выполненного исследования

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы выполнить расчет с другим составом переменных, диапазонами или единицами, создайте новое сценарное исследование либо копию существующего инструмента. Фиксация сохраняет согласованность таблицы и графиков с выполненным набором сценариев.

### 3.13.5. РЕЗУЛЬТАТЫ И ГРАФИКИ

Вкладка «Результаты» содержит сводные показатели «Всего», «Успешно» и «С ошибкой», а также строку для каждого расчетного варианта. В строке отображаются номер, статус, значения независимых параметров и рассчитанные отклики; при неуспешном расчете выводится диагностическое сообщение. Результаты исследования с одним независимым параметром показаны на рисунке 197.

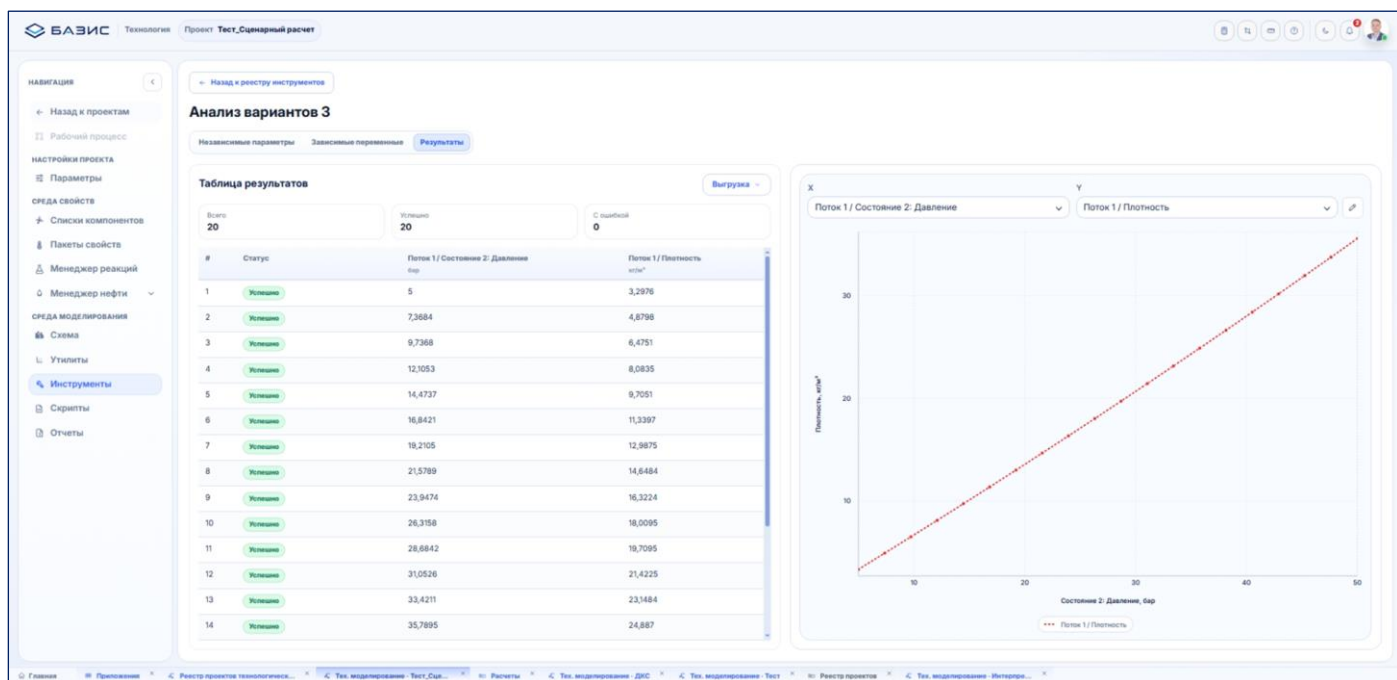


Рисунок 197. Результаты исследования с одним независимым параметром

При одном независимом параметре график строится в координатах X/Y: по оси X выбирается независимый параметр, по оси Y – один из расчетных откликов. Пиктограмма редактирования открывает настройки оформления линейного графика.

При двух и более независимых параметрах доступны трехмерная поверхность отклика и набор двумерных срезов. В списках X и Y выбираются два независимых параметра, в списке Z – зависимая переменная. Если независимых параметров больше двух, значения остальных параметров фиксируются дополнительными списками. Срезы и поверхность отклика показаны на рисунках 198 и 196.

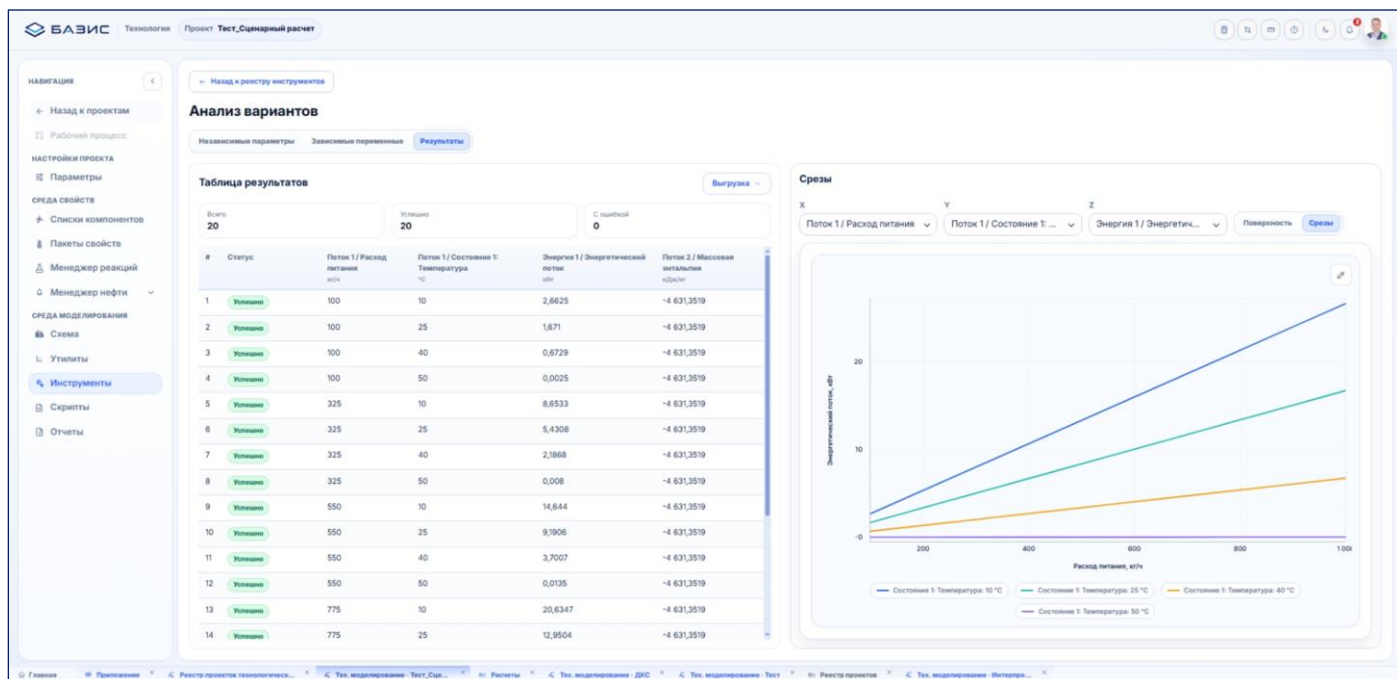


Рисунок 198. Срезы результатов по двум независимым параметрам

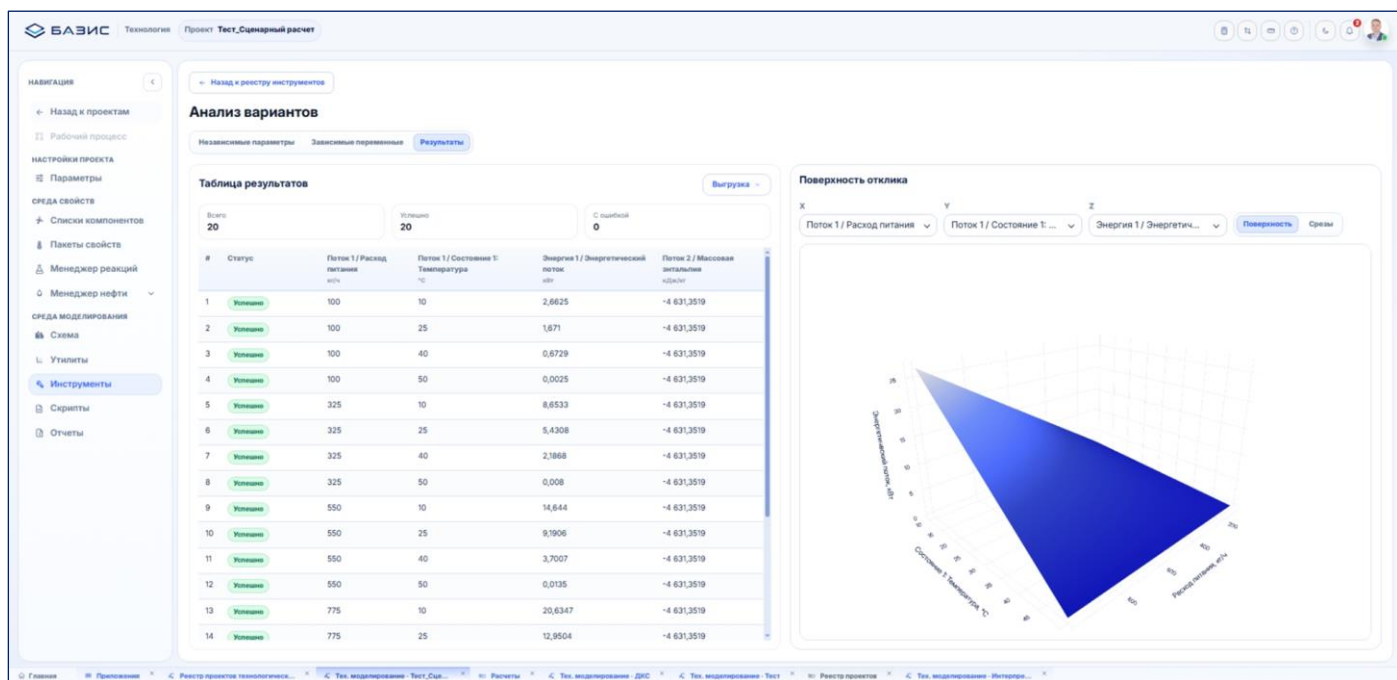


Рисунок 199. Поверхность отклика по двум независимым параметрам

Элементы представления результатов приведены в таблице 135.

Таблица 135. Представление результатов сценарного исследования

| Элемент                            | Назначение                                                  | Интерпретация и действие                                              |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Всего / Успешно / С ошибкой</b> | Сводка выполнения                                           | Сопоставьте общее число строк с числом успешных и неуспешных расчетов |
| <b>Таблица результатов</b>         | Числовые значения каждого варианта                          | Проверьте статус строки, входные значения, отклики и текст ошибки     |
| <b>X / Y</b>                       | Оси графика при одном независимом параметре                 | Выберите изменяемый параметр по X и расчетный отклик по Y             |
| <b>X / Y / Z</b>                   | Оси графика при двух и более независимых параметрах         | Выберите два независимых параметра по X и Y и отклик по Z             |
| <b>Поверхность</b>                 | Трехмерное представление отклика                            | Используйте для совместной оценки влияния двух независимых параметров |
| <b>Срезы</b>                       | Серии отклика при фиксированных значениях второго параметра | Сравнивайте линии по значениям, указанным в легенде                   |
| <b>Фиксировать параметр</b>        | Отбор данных при числе независимых параметров больше двух   | Выберите одно рассчитанное значение каждого дополнительного параметра |

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Поверхность строится для полной прямоугольной сетки успешно рассчитанных точек. Если сетка неполная, платформа показывает доступные точки без построения поверхности; таблица результатов при этом остается основным источником числовых данных и диагностик.

### 3.13.6. ВЫГРУЗКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Команда «Выгрузка» доступна на вкладке «Результаты» и формирует файл CSV либо Excel. Выгрузка содержит все расчетные строки независимо от статуса, поэтому ее можно использовать для внешней обработки, сопоставления и документирования неуспешных вариантов.

1. Откройте вкладку «Результаты» выполненного исследования.
2. Нажмите «Выгрузка» и выберите CSV либо Excel.
3. Сохраните сформированный файл. Имя файла формируется из названия инструмента.
4. Для Excel откройте лист «Сводка» для общих показателей и лист «Расчеты» для построчных данных.

Структура выгрузки приведена в таблице 136.

Таблица 136. Структура выгрузки сценарного исследования

| Раздел или столбец           | Содержание                                                               | Назначение                                                |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Сводка</b>                | Название, общее число расчетов, число успешных и завершившихся с ошибкой | Быстрая оценка полноты выполнения исследования в Excel    |
| <b>Расчет</b>                | Порядковый номер варианта                                                | Связь строки выгрузки со строкой таблицы результатов      |
| <b>Статус</b>                | «Успешно» или «Ошибка»                                                   | Отбор корректно рассчитанных и неуспешных вариантов       |
| <b>Ошибка</b>                | Диагностическое сообщение неуспешного расчета                            | Анализ причины отсутствия выходных значений               |
| <b>Независимые параметры</b> | Фактические входные значения комбинации                                  | Восстановление условий каждого варианта                   |
| <b>Зависимые переменные</b>  | Рассчитанные отклики                                                     | Последующий анализ и построение собственных представлений |

Лист «Расчеты» содержит номер расчета, статус, текст ошибки, затем столбцы независимых параметров и зависимых переменных с единицами измерения в заголовках. Пример выгруженного листа показан на рисунке 200.



|    | A      | B       | C      | D                               | E                                  | F                                      | G                                  |
|----|--------|---------|--------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| 1  | Расчет | Статус  | Ошибка | Поток 1 / Расход питания (кг/ч) | Поток 1 / Состояние 1: Температура | Энергия 1 / Энергетический поток (кВт) | Поток 2 / Массовая энтальпия (кДж) |
| 2  | 1      | Успешно |        | 100                             | 10                                 | 2,66254142                             | -4631,351855                       |
| 3  | 2      | Успешно |        | 100                             | 25                                 | 1,67101629                             | -4631,351855                       |
| 4  | 3      | Успешно |        | 100                             | 40                                 | 0,672854516                            | -4631,351855                       |
| 5  | 4      | Успешно |        | 100                             | 50                                 | 0,002461255                            | -4631,351855                       |
| 6  | 5      | Успешно |        | 325                             | 10                                 | 8,653259616                            | -4631,351855                       |
| 7  | 6      | Успешно |        | 325                             | 25                                 | 5,430802942                            | -4631,351855                       |
| 8  | 7      | Успешно |        | 325                             | 40                                 | 2,186777178                            | -4631,351855                       |
| 9  | 8      | Успешно |        | 325                             | 50                                 | 0,007999079                            | -4631,351855                       |
| 10 | 9      | Успешно |        | 550                             | 10                                 | 14,64397781                            | -4631,351855                       |
| 11 | 10     | Успешно |        | 550                             | 25                                 | 9,190589593                            | -4631,351855                       |
| 12 | 11     | Успешно |        | 550                             | 40                                 | 3,700699839                            | -4631,351855                       |
| 13 | 12     | Успешно |        | 550                             | 50                                 | 0,013536903                            | -4631,351855                       |
| 14 | 13     | Успешно |        | 775                             | 10                                 | 20,63469601                            | -4631,351855                       |
| 15 | 14     | Успешно |        | 775                             | 25                                 | 12,95037625                            | -4631,351855                       |
| 16 | 15     | Успешно |        | 775                             | 40                                 | 5,2146225                              | -4631,351855                       |
| 17 | 16     | Успешно |        | 775                             | 50                                 | 0,019074727                            | -4631,351855                       |
| 18 | 17     | Успешно |        | 1000                            | 10                                 | 26,6254142                             | -4631,351855                       |
| 19 | 18     | Успешно |        | 1000                            | 25                                 | 16,7101629                             | -4631,351855                       |
| 20 | 19     | Успешно |        | 1000                            | 40                                 | 6,728545162                            | -4631,351855                       |
| 21 | 20     | Успешно |        | 1000                            | 50                                 | 0,024612551                            | -4631,351855                       |
| 22 |        |         |        |                                 |                                    |                                        |                                    |
| 23 |        |         |        |                                 |                                    |                                        |                                    |
| 24 |        |         |        |                                 |                                    |                                        |                                    |
| 25 |        |         |        |                                 |                                    |                                        |                                    |
| 26 |        |         |        |                                 |                                    |                                        |                                    |
| 27 |        |         |        |                                 |                                    |                                        |                                    |
| 28 |        |         |        |                                 |                                    |                                        |                                    |
| 29 |        |         |        |                                 |                                    |                                        |                                    |

Рисунок 200. Лист «Расчеты» выгрузки Excel

### 3.13.7. ОПТИМИЗАТОР

Оптимизатор предназначен для автоматизированного поиска значений параметров технологической схемы, при которых выбранный показатель становится минимальным или максимальным. Инструмент последовательно выполняет расчеты схемы, сравнивает варианты и формирует лучший найденный вариант в пределах заданных пользователем условий. Функция отмечена в интерфейсе как бета-версия. Вкладка настройки цели показана на рисунке 201.

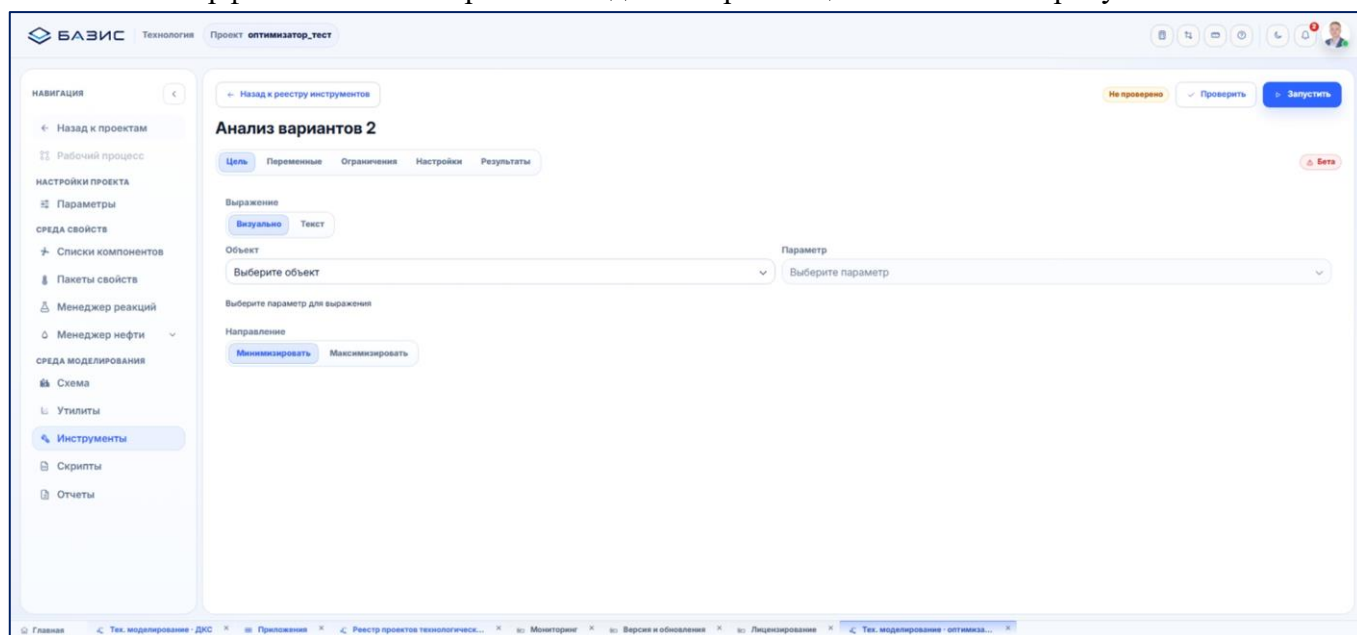


Рисунок 201. Настройка цели оптимизации

## Состав задачи оптимизации

Настройка выполняется последовательно на вкладках «Цель», «Переменные», «Ограничения», «Настройки» и «Результаты». На вкладке «Цель» выберите объект и его параметр либо составьте выражение, после чего укажите направление поиска: минимизация или максимизация. Для одной задачи задается одна целевая функция. Назначение разделов настройки приведено в таблице 137.

Таблица 137. Разделы настройки оптимизатора

| Раздел             | Что задается                                                              | Рекомендации пользователю                                                                        |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Цель</b>        | Показатель и направление его изменения                                    | Выберите параметр, который однозначно характеризует требуемый результат                          |
| <b>Переменные</b>  | Изменяемые параметры, начальные значения и допустимые диапазоны           | Добавляйте только параметры, которые действительно допускается изменять в рассматриваемом режиме |
| <b>Ограничения</b> | Условия, которым должен удовлетворять каждый допустимый вариант           | Используйте ограничения для технологических, эксплуатационных и безопасных пределов              |
| <b>Настройки</b>   | Режим поиска, предельное число расчетов и время выполнения                | Начинайте с автоматического режима; экспертные настройки применяйте при понятной причине         |
| <b>Результаты</b>  | Лучший вариант, ход поиска, изменения параметров и выполнение ограничений | Проверяйте не только цель, но и расчетный статус схемы и все предупреждения                      |

## Переменные, ограничения и настройки

Для каждой переменной укажите начальное значение, нижнюю и верхнюю границы, единицу измерения и, при необходимости, шаг изменения. Нижняя граница должна быть меньше верхней, а начальное значение должно находиться внутри диапазона. Слишком широкий диапазон увеличивает время поиска и может привести к физически бессмысленным вариантам. Ограничения задаются как условие «меньше или равно», «больше или равно» либо «равно» с правой частью и допустимым отклонением. Если специальных условий нет, раздел можно оставить пустым.

В автоматическом режиме БАЗИС выбирает стратегию по указанному приоритету: быстрый предварительный поиск, сбалансированный расчет или расширенный поиск. В экспертном режиме пользователь дополнительно выбирает метод и пределы вычислений. Ограничение по числу расчетов или времени предотвращает бесконтрольное выполнение задачи; остановка по отсутствию улучшения завершает поиск, если новые варианты перестали давать заметный эффект.

## Проверка, запуск и применение результата

1. Заполните цель, добавьте хотя бы одну переменную и проверьте границы и единицы измерения.
2. Нажмите «Проверить». БАЗИС проверит доступность параметров, корректность выражений, диапазонов и ограничений. Исправьте все сообщения об ошибках до запуска.
3. Нажмите «Запустить». Во время поиска на вкладке «Результаты» отображаются состояние, число выполненных расчетов, время и изменение целевого показателя.
4. После завершения сопоставьте исходное и лучшие значения, изменения переменных и выполнение каждого ограничения. Команда применения доступна только для проверенного допустимого результата. Проверки результата оптимизации приведены в таблице 138.

Таблица 138. Проверка и интерпретация результата оптимизации

| Проверка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Что оценить                                                  | Действие                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Статус задачи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Завершена ли задача без ошибки или отмены                    | При ошибке откройте диагностику и исправьте исходные данные              |
| Целевой показатель                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Насколько лучший вариант отличается от исходного             | Убедитесь, что улучшение имеет практический смысл                        |
| Переменные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Не находятся ли значения на границах диапазона               | При необходимости уточните реалистичные пределы и повторите поиск        |
| Ограничения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Выполнено ли каждое условие с учетом допуска                 | Не применяйте вариант с нарушенными ограничениями                        |
| Расчет схемы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Рассчитаны ли объекты и отсутствуют ли критические сообщения | Откройте схему и проверьте расчетный результат                           |
| Применение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Создана ли отдельная версия модели                           | Продолжайте проверку в новой версии; исходная версия не перезаписывается |
| <b>ВНИМАНИЕ.</b> Оптимизация формирует расчетный кандидат, а не подтвержденное проектное решение. Перед использованием результата проверьте технологическую реализуемость, расчетные предупреждения, запасы по ограничениям и чувствительность решения к изменению исходных данных. Бета-версию инструмента рекомендуется применять с дополнительной инженерной проверкой. |                                                              |                                                                          |

### 3.14. СКРИПТЫ

Раздел «Скрипты» содержит внутренний интерпретатор БАЗИС для автоматизации работы с текущим проектом. С его помощью можно читать и изменять параметры объектов, запускать расчет схемы, проверять условия, выполнять ограниченные циклы и формировать структурированный результат. Пользователю не требуется вручную составлять длинные пути к данным: интерфейс формирует готовые выражения по выбранным объектам и параметрам.

Скрипты удобны как для коротких повторяемых операций, так и для инженерных алгоритмов с несколькими расчетами схемы. Например, можно получить мощность энергетического потока, изменить расход или уставку аппарата, а также итерационно подобрать входной параметр так, чтобы расчетный отклик достиг целевого значения.

#### 3.14.1. НАЗНАЧЕНИЕ И РЕЕСТР СКРИПТОВ

Чтобы открыть реестр, выберите «Скрипты» в группе «Среда моделирования». Реестр показан на рисунке 202. В нем отображаются наименование и описание скрипта, дата изменения, автор и доступные действия. Поиск выполняется по скриптам проекта, а сортировка доступна по наименованию и дате изменения.

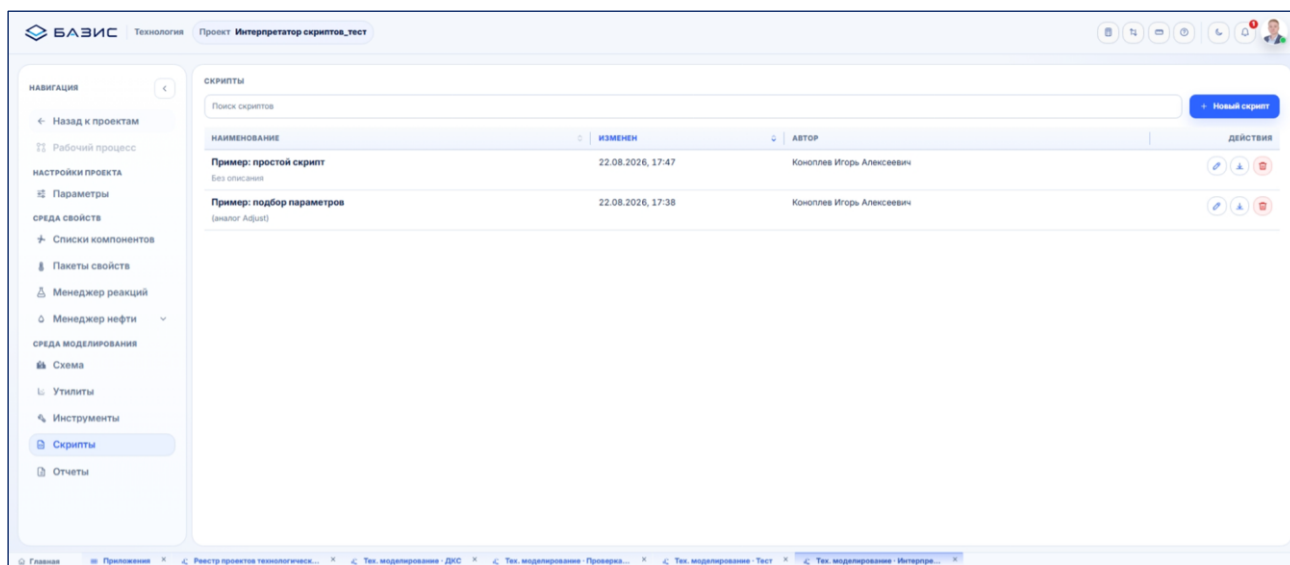


Рисунок 202. Реестр скриптов проекта

Для создания скрипта выполните следующие действия:

1. Нажмите «Новый скрипт».
2. Введите обязательное название и при необходимости добавьте комментарий.
3. Нажмите «Создать скрипт». БАЗИС откроет рабочую область редактора.
4. Введите код вручную либо используйте дерево объектов, контекстное копирование со схемы и подсказки редактора.
5. Нажмите «Проверить», затем сохраните и запустите скрипт.

Назначение элементов реестра приведено в таблице 139.

Таблица 139. Элементы реестра скриптов

| Элемент               | Назначение                                 | Особенности                                                        |
|-----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Поиск скриптов</b> | Фильтрует список скриптов текущего проекта | Если совпадений нет, отображается пустое состояние                 |
| <b>Новый скрипт</b>   | Открывает форму создания                   | Название обязательно, комментарий необязателен                     |
| <b>Открыть</b>        | Переходит к редактору выбранного скрипта   | Скрипт также можно открыть двойным щелчком по строке               |
| <b>Экспортировать</b> | Выгружает исходный текст скрипта           | Файл сохраняется с расширением .basis.py                           |
| <b>Удалить</b>        | Удаляет скрипт после подтверждения         | Действие необратимо и доступно при наличии права изменения проекта |

### 3.14.2. РЕДАКТОР И ВСТАВКА ОБРАЩЕНИЙ К СХЕМЕ

Рабочая область редактора показана на рисунке 203. В верхней части расположены название, описание и исходный текст, справа – дерево объектов и таблица атрибутов, в нижней части – вкладки «Результат» и «Журнал». Кнопки «Проверить» и «Запустить» относятся к текущему тексту в редакторе. При изменении сохраненной версии отображается признак «Есть несохраненные изменения».

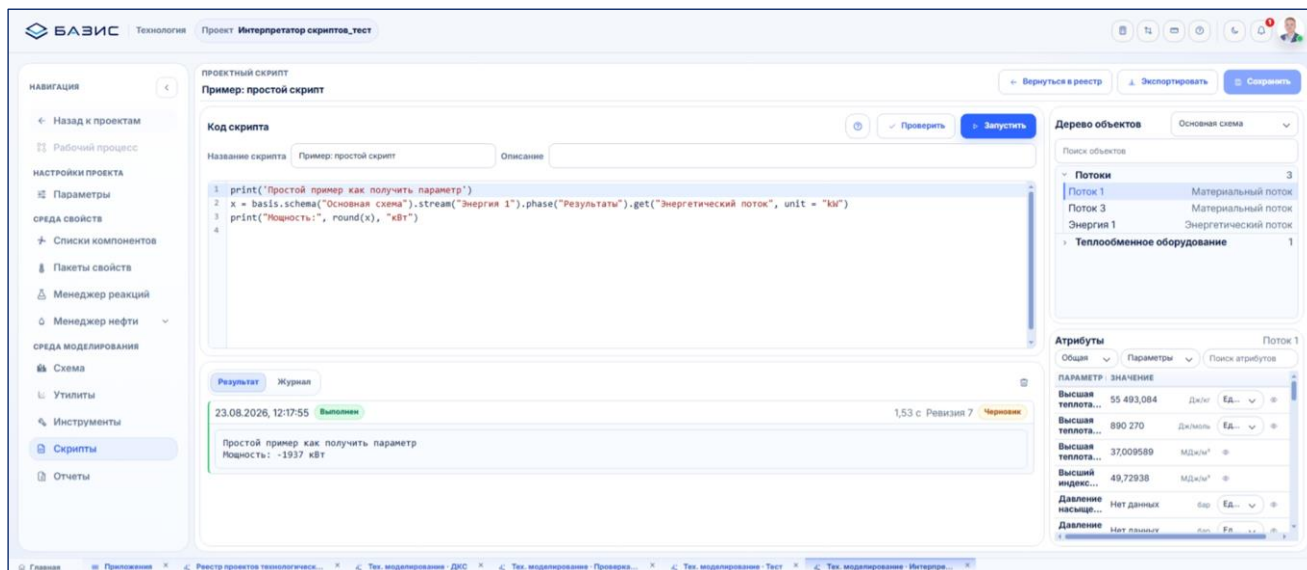


Рисунок 203. Редактор скрипта с деревом объектов и результатом запуска

Дерево объектов позволяет составить обращение к данным без ручного поиска технических идентификаторов. Сначала выберите основную схему или подсхему, затем раскройте группу потоков либо оборудования и укажите объект. В панели «Атрибуты» можно выбрать фазу и раздел, найти параметр, посмотреть текущее значение и единицу измерения. Для чтения нажмите кнопку с изображением глаза. Для изменяемого параметра дополнительно доступна кнопка вставки изменения. Сформированная строка добавляется в конец текста скрипта.

Единицу результата чтения можно выбрать в строке атрибута. Если единица не задана явно, используется единица проекта. Для состава доступны соответствующие группы компонентов и базисы состава.

Готовое выражение можно получить и непосредственно из карточки объекта на схеме. Щелкните правой кнопкой мыши по строке параметра, выберите «Копировать для скрипта», затем «Чтение (get)» или «Изменение (set)». Как показано на рисунке 204, команда set отсутствует для параметров, которые нельзя изменять. Выражение копируется в буфер обмена; вставьте его в нужное место кода.

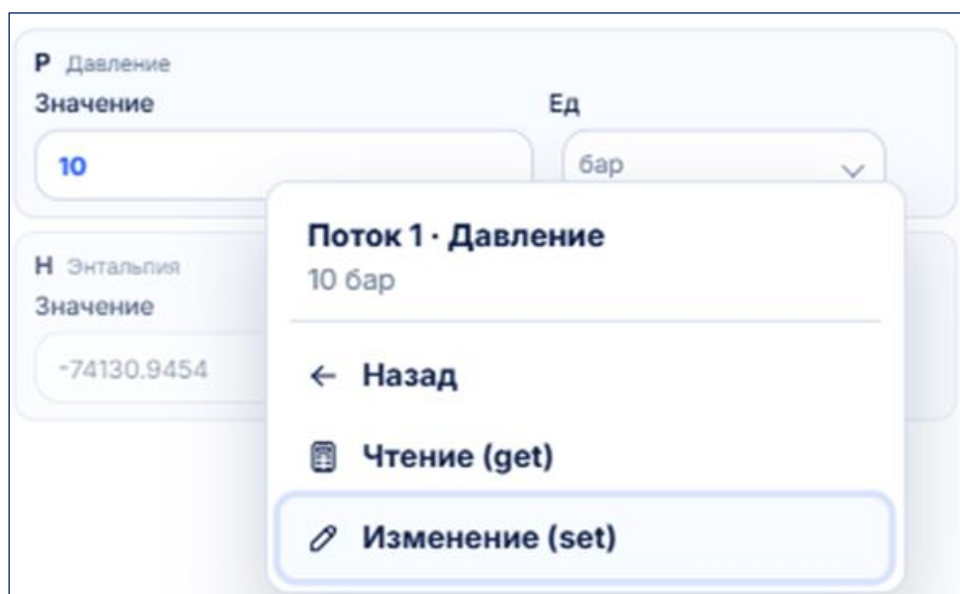


Рисунок 204. Копирование выражения get или set из карточки объекта схемы

Редактор предлагает продолжения по мере ввода. Подсказки учитывают доступные схемы и подсхемы, виды объектов, имена потоков и аппаратов, фазы, параметры и методы. Например, после обращения к схеме предлагаются методы `equipment` и `stream`, как показано на рисунке 205. Это снижает вероятность опечатки и позволяет последовательно собрать выражение даже без опыта разработки.

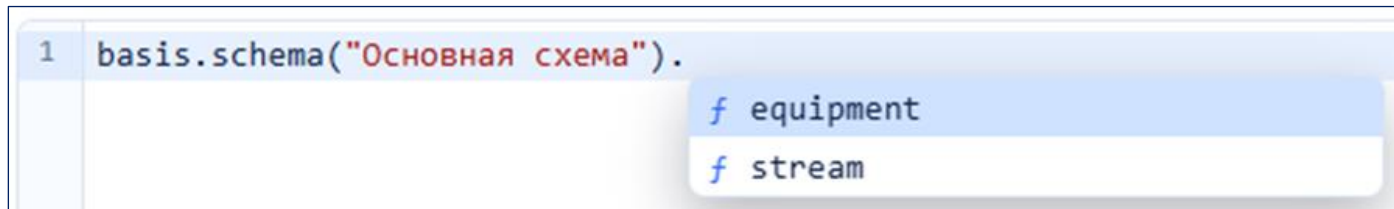


Рисунок 205. Контекстная подсказка методов объекта схемы

Пример готовых выражений приведен на рисунке 206. Метод `get` читает значение, а метод `set` задает новое значение изменяемого параметра. В выражении последовательно указываются схема, объект, фаза и понятное пользовательское наименование параметра.

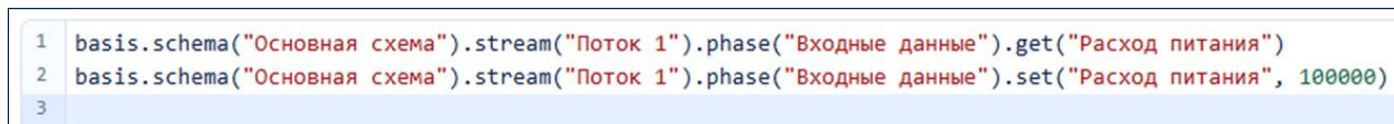


Рисунок 206. Готовые выражения чтения и изменения параметра

Основные обращения к проекту приведены в таблице 140.

Таблица 140. Основные обращения к проекту из скрипта

| Обращение                                   | Назначение                                            | Правило применения                                                                        |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>schema("Название схемы")</code>       | Выбирает основную схему или подсхему                  | Используйте название из дерева объектов                                                   |
| <code>stream("Название потока")</code>      | Выбирает материальный или энергетический поток        | Доступные имена предлагаются редактором                                                   |
| <code>equipment("Название аппарата")</code> | Выбирает технологический объект                       | Доступные имена предлагаются редактором                                                   |
| <code>phase("Название фазы")</code>         | Выбирает раздел данных объекта                        | Например, «Входные данные», «Общая» или «Результаты»                                      |
| <code>get("Параметр", unit="код")</code>    | Возвращает снимок текущего значения                   | Аргумент <code>unit</code> необязателен; после пересчета вызовите <code>get</code> заново |
| <code>set("Параметр", значение)</code>      | Задаёт новое значение                                 | Доступен только для изменяемых параметров                                                 |
| <code>basis.run()</code>                    | Запускает расчет текущей схемы                        | После завершения контекст значений обновляется                                            |
| <code>basis.stop()</code>                   | Запрашивает остановку активных расчетов текущей схемы | Используйте только при необходимости прервать расчет                                      |

### 3.14.3. ЯЗЫК, СПРАВКА И БЕЗОПАСНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ

Кнопка со знаком вопроса открывает встроенную справку, показанную на рисунке 207. В ней приведены поддерживаемые конструкции, функции, примеры работы со схемой и ограничения



безопасной среды. Скрипт обрабатывается ограниченным интерпретатором БАЗИС, не передается сторонним Python-сервисам и не выполняется через `exec` или `eval`.

### Справка по скриптам

Возможности и ограничения безопасной среды выполнения

#### Как выполняется скрипт

Скрипт обрабатывается ограниченным интерпретатором БАЗИС. Код не передается сторонним Python-сервисам и не выполняется через `exec` или `eval`

#### Возможности языка

- Переменные, числа, строки, `True` и `False`
- Арифметика, сравнения и условия `if`
- Ограниченные циклы `for` с `range`, списки и словари
- `print(...)` выводит данные в журнал запуска; `result` должен быть словарем

#### Доступные функции и математика

Подключение через `import` не требуется. Доступны только перечисленные безопасные функции

`abs`

`min`

`max`

`round`

`sum`

`len`

`range`

`print`

`math.sqrt(value)`

`math.exp(value)`

`math.log(value)`

`math.log10(value)`

`math.sin(value)`

`math.cos(value)`

`math.tan(value)`

`math.floor(value)`

`math.ceil(value)`

`math.isfinite(value)`

`math.pi`

`math.e`

#### Работа со схемой

Используйте понятные названия схемы, объекта, фазы и параметра. Дерево объектов справа может вставить готовое выражение `get` или `set`

#### Прочитать значение

```
temperature = basis.schema("Основная
схема").stream("Поток
1").phase("Общая").get("Температура",
unit="degC")
```

#### Изменить и пересчитать

```
basis.schema("Основная
схема").equipment("T-01").phase("Входные
данные").set("Целевая температура на выходе",
5)
basis.run()
```

Рисунок 207. Встроенная справка по скриптам

Интерпретатор поддерживает переменные, числа, строки, `True` и `False`, арифметику, сравнения, условия `if`, списки, словари и ограниченные циклы `for` с `range`. Для вычислений доступны `abs`, `min`, `max`, `round`, `sum`, `len`, `range`, `print`, а также разрешенные функции и константы `math`: `sqrt`, `exp`, `log`, `log10`, `sin`, `cos`, `tan`, `floor`, `ceil`, `isfinite`, `pi` и `e`. Подключение через `import` не требуется и не поддерживается.

Команда `print(...)` записывает сообщение в журнал запуска. Если скрипт формирует переменную `result`, ее значением должен быть JSON-совместимый словарь. Это удобно для выдачи нескольких итоговых показателей с понятными ключами.

Ключевые ограничения безопасной среды приведены в таблице 141.

Таблица 141. Возможности и ограничения интерпретатора

| Область         | Поддерживается                              | Ограничение                                                                                              |
|-----------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Доступ к данным | Текущий проект через API <code>basis</code> | Другие проекты, файлы и сетевые запросы недоступны                                                       |
| Циклы           | <code>for</code> с <code>range</code>       | До 1 000 итераций в одном <code>range</code> и до 5 000 итераций суммарно; <code>while</code> недоступен |



| Область            | Поддерживается                           | Ограничение                                                                   |
|--------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Расчет схемы       | basis.run() и basis.stop()               | Не более 16 таких команд суммарно за один запуск скрипта                      |
| Код и выполнение   | Разрешенные конструкции и функции        | Ограничены размер кода, число операций и время работы интерпретатора          |
| Данные и вывод     | Списки, словари, строки, журнал и result | Ограничены размеры контейнеров, строк, журнала и результата                   |
| Системные средства | Не предоставляются                       | Недоступны os, subprocess, requests, socket, exec, eval и произвольный import |

**ВАЖНО.** Кнопка «Проверить» выполняет проверку поддерживаемого синтаксиса и показывает строку и столбец ошибки, но не запускает расчет и не изменяет схему. Кнопка «Запустить» выполняет код. Установленные скриптом значения применяются к текущей схеме, а ранее примененные изменения не следует считать автоматически отмененными при последующей ошибке. Перед отладкой алгоритма с set и basis.run() рекомендуется создать копию проекта и задать явные границы числа итераций.

### 3.14.4. ПРОСТОЙ СЦЕНАРИЙ ЧТЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ

В простом сценарии достаточно выполнить одно обращение get, сохранить его результат в переменную и вывести значение через print. На рисунке 203 скрипт читает энергетический поток в киловаттах и выводит округленное значение в журнал.

Для изменения исходного параметра и получения нового результата выполните следующие действия:

1. Вставьте выражение set для изменяемого параметра через дерево объектов или скопируйте его из карточки объекта на схеме.
2. Замените подставленное значение на требуемое. При необходимости явно укажите поддерживаемую единицу в выражении чтения.
3. Добавьте basis.run(), чтобы пересчитать технологическую схему с новым исходным значением.
4. После basis.run() снова вызовите get для нужного расчетного параметра: ранее прочитанная переменная является снимком и сама не обновляется.
5. Запишите диагностические значения через print и при необходимости сформируйте словарь result.
6. Нажмите «Проверить», сохраните скрипт и нажмите «Запустить».

Вкладка «Результат» показывает итоговый словарь, статус, длительность, ревизию и происхождение текста запуска. Вкладка «Журнал» содержит сообщения print и системные события, включая изменение параметров и расчет схемы. Кнопка остановки появляется во время активного запуска. Последние запуски можно просмотреть в рабочей области; кнопка с изображением корзины очищает отображаемый вывод.

Состояния работы со скриптом приведены в таблице 142.

Таблица 142. Проверка, сохранение и запуск скрипта

| Действие или состояние       | Результат                                                  | Что проверить пользователю                                           |
|------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Есть несохраненные изменения | Текст отличается от сохраненной ревизии                    | Сохраните изменения, если они должны стать новой версией скрипта     |
| Проверить                    | Возвращает список диагностик или признак успешной проверки | Исправьте указанную строку и столбец; схема не изменяется            |
| Сохранить                    | Создает следующую ревизию скрипта                          | При конфликте обновите данные и повторите сохранение                 |
| Запустить                    | Выполняет текущий текст и связанные расчеты                | Контролируйте статус, журнал и итоговый словарь                      |
| Остановить                   | Отправляет запрос остановки активного запуска              | Проверьте журнал и состояние схемы после завершения остановки        |
| Экспортировать               | Сохраняет исходный текст во внешний файл                   | Используйте для передачи, резервного хранения или проверки изменений |

3.14.5. ИТЕРАЦИОННЫЙ ПОДБОР ПАРАМЕТРА

Внутренний интерпретатор позволяет строить алгоритмы сложнее последовательного get/set. На рисунке 208 приведен пример подбора уставки нагревателя по требуемой тепловой нагрузке — функциональный аналог операции Adjust. Скрипт меняет целевую температуру на выходе, запускает расчет, считывает мощность энергетического потока, вычисляет ошибку и уточняет границы поиска методом бисекции.

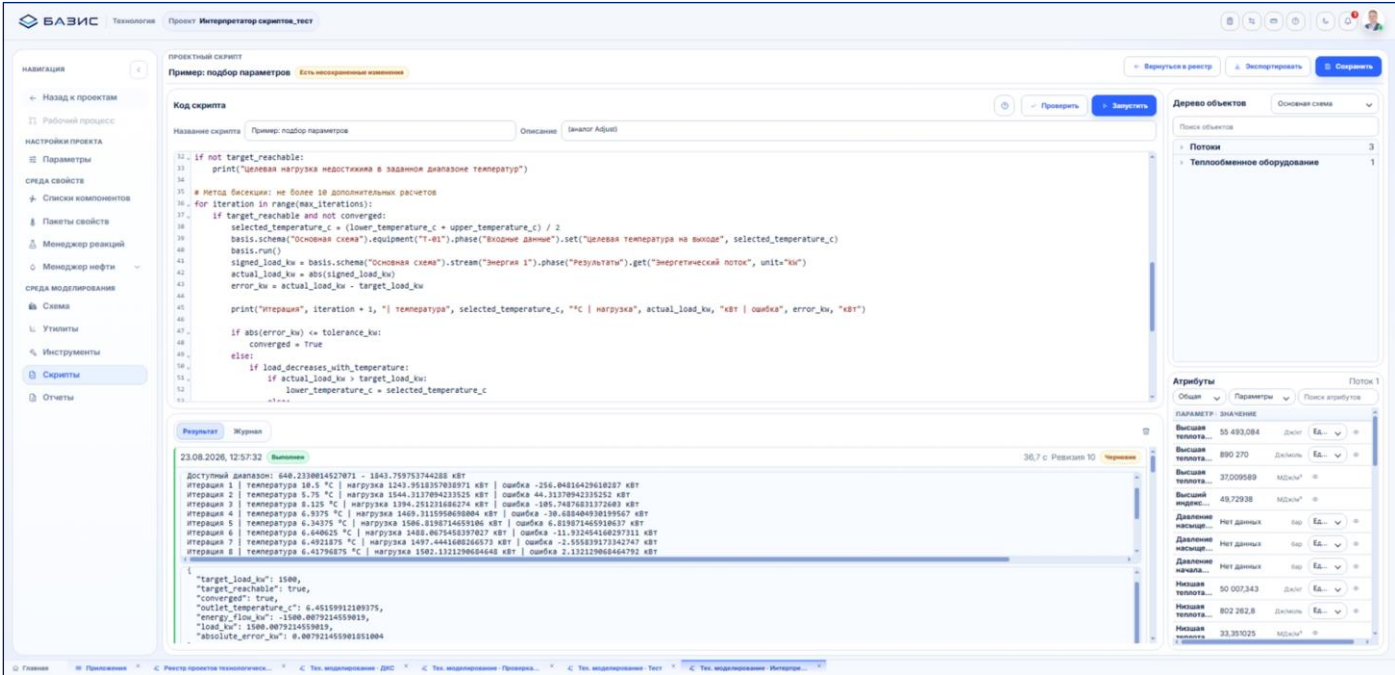


Рисунок 208. Итерационный подбор параметра по целевому значению

Общая логика итерационного подбора включает следующие этапы:

1. Задайте целевой отклик, допустимую ошибку, нижнюю и верхнюю границы управляющего параметра, а также предельное число итераций.
2. Рассчитайте отклик на границах и определите, достижимо ли целевое значение в заданном диапазоне. Это предотвращает бессмысленный цикл.
3. На каждой итерации выберите пробное значение, выполните `set` и `basis.run()`, затем новым вызовом `get` прочитайте расчетный отклик.
4. Вычислите отклонение от цели и выведите номер итерации, пробное значение, отклик и ошибку через `print`.
5. Если абсолютная ошибка не превышает допуска, установите признак сходимости и завершите подбор. Иначе сузьте диапазон с учетом направления изменения отклика.
6. Сформируйте словарь `result` с целевым значением, признаком достижимости, признаком сходимости, найденной уставкой, фактическим откликом и абсолютной ошибкой.

Такая схема применима не только к тепловой нагрузке. Тем же способом можно подбирать давление, расход, температуру или другую доступную уставку по расчетному параметру потока либо оборудования. Для немонотонного отклика, нескольких решений или разрывов следует выбирать другой алгоритм и отдельно проверять область поиска.

**РЕКОМЕНДАЦИЯ.** Всегда ограничивайте диапазон, число итераций и допустимую ошибку. До запуска проверьте, что управляющий параметр доступен для `set`, отклик считывается после `basis.run()`, а суммарное число расчетов не превышает ограничение интерпретатора. Для длительных схем начинайте с небольшого числа итераций и контролируйте журнал после каждого изменения алгоритма.

## 3.15. ОТЧЕТЫ

Раздел «Отчеты» предназначен для формирования пользовательских отчетов. В отчет можно включить изображение схемы, общий баланс, выбранные потоки и оборудование, их исходные данные, результаты, составы, предупреждения и примечания. Функция отмечена в интерфейсе как бета-версия.

### 3.15.1. НАЗНАЧЕНИЕ И РЕЕСТР ОТЧЕТОВ

Команда «Отчеты» в навигации проекта открывает реестр. Поиск выполняется по названию отчета, шаблону или коду документа. В строке отображаются название, использованный шаблон, число разделов, код документа, даты изменения и создания. Доступные действия позволяют открыть отчет для редактирования, создать его копию или удалить запись. Если отчетов еще нет, в рабочей области отображается приглашение создать первый отчет. Реестр показан на рисунке 209, а назначение его элементов приведено в таблице 143.

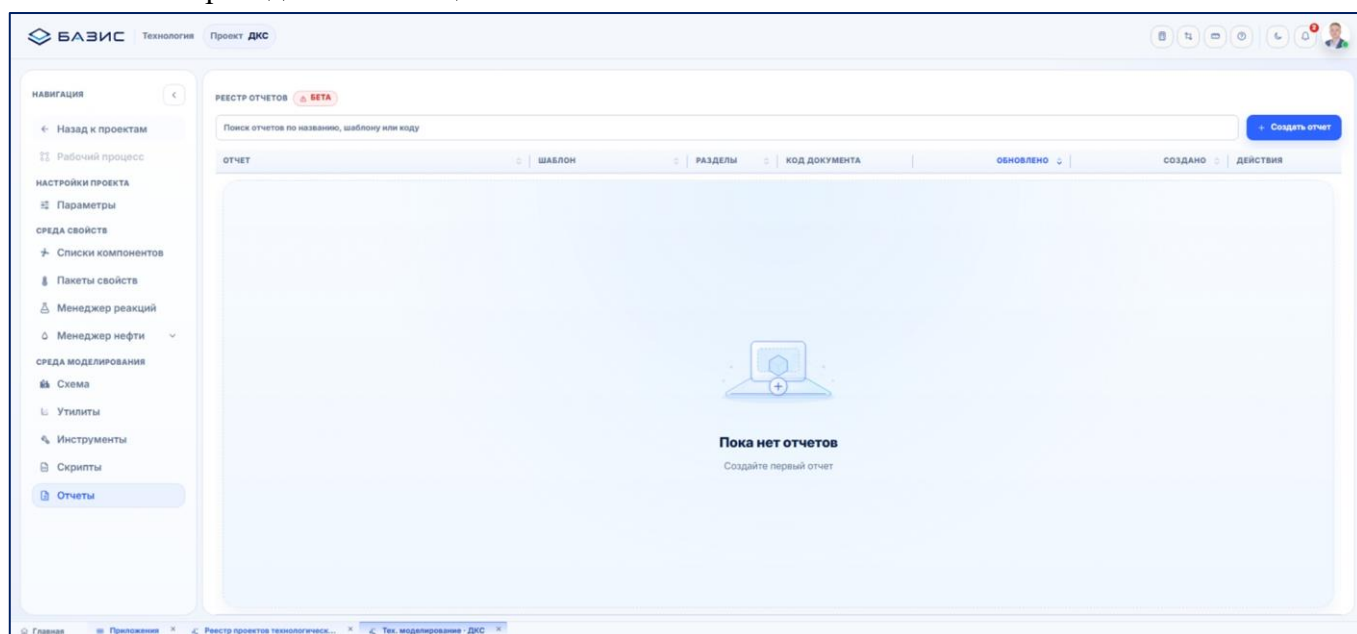


Рисунок 209. Реестр отчетов

Таблица 143. Элементы реестра отчетов

| Элемент              | Назначение                                              | Действие пользователя                                             |
|----------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Поиск</b>         | Отбирает отчеты по названию, шаблону или коду документа | Введите часть известного значения                                 |
| <b>Создать отчет</b> | Открывает форму создания                                | Выберите шаблон, задайте название и при необходимости комментарий |
| <b>Редактировать</b> | Открывает настройки и структуру выбранного отчета       | Проверьте общие параметры и состав разделов                       |
| <b>Копировать</b>    | Создает новый отчет на основе существующего             | Используйте для близкого по составу документа                     |
| <b>Удалить</b>       | Удаляет отчет после подтверждения                       | Перед удалением убедитесь, что запись больше не требуется         |

### 3.15.2. СОЗДАНИЕ И ОБЩИЕ НАСТРОЙКИ

Нажмите «Создать отчет». В открывшемся окне выберите шаблон, введите обязательное название и при необходимости добавьте комментарий. Базовый шаблон создает системные разделы «Схема» и «Общий баланс»; пользовательские разделы добавляются после создания. Форма создания отчета показана на рисунке 210.

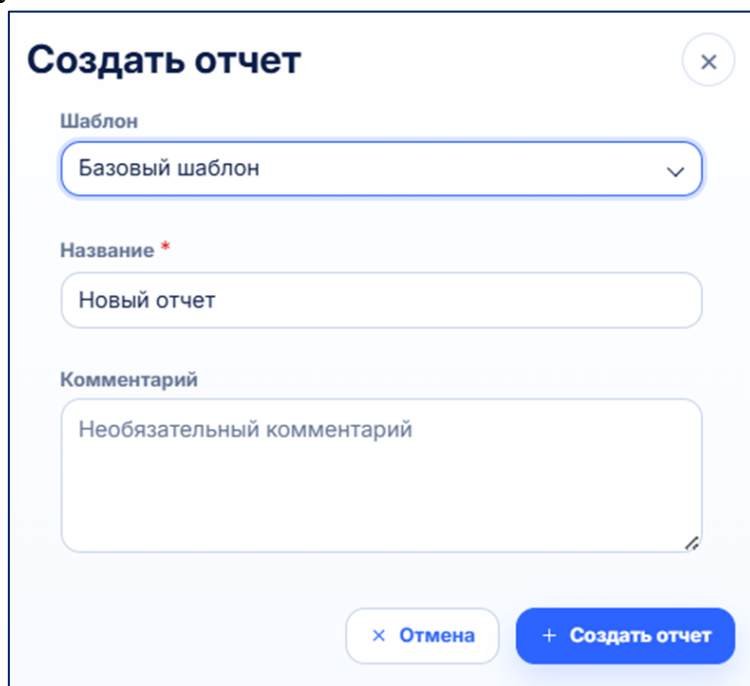


Рисунок 210. Создание отчета

На вкладке «Настройки» укажите название, код документа и ответственного за подготовку, проверьте выбранный шаблон, добавьте комментарий и краткую сводку. При необходимости загрузите логотип организации в формате PNG, JPEG или WebP размером не более 2 МБ. Логотип отображается в правой верхней части страниц предварительного просмотра и сформированной печатной или PDF-версии отчета. Настроенный отчет можно сохранить как шаблон и использовать в других документах проекта. Общие настройки и структура отчета показаны на рисунке 211, а назначение параметров приведено в таблице 144.

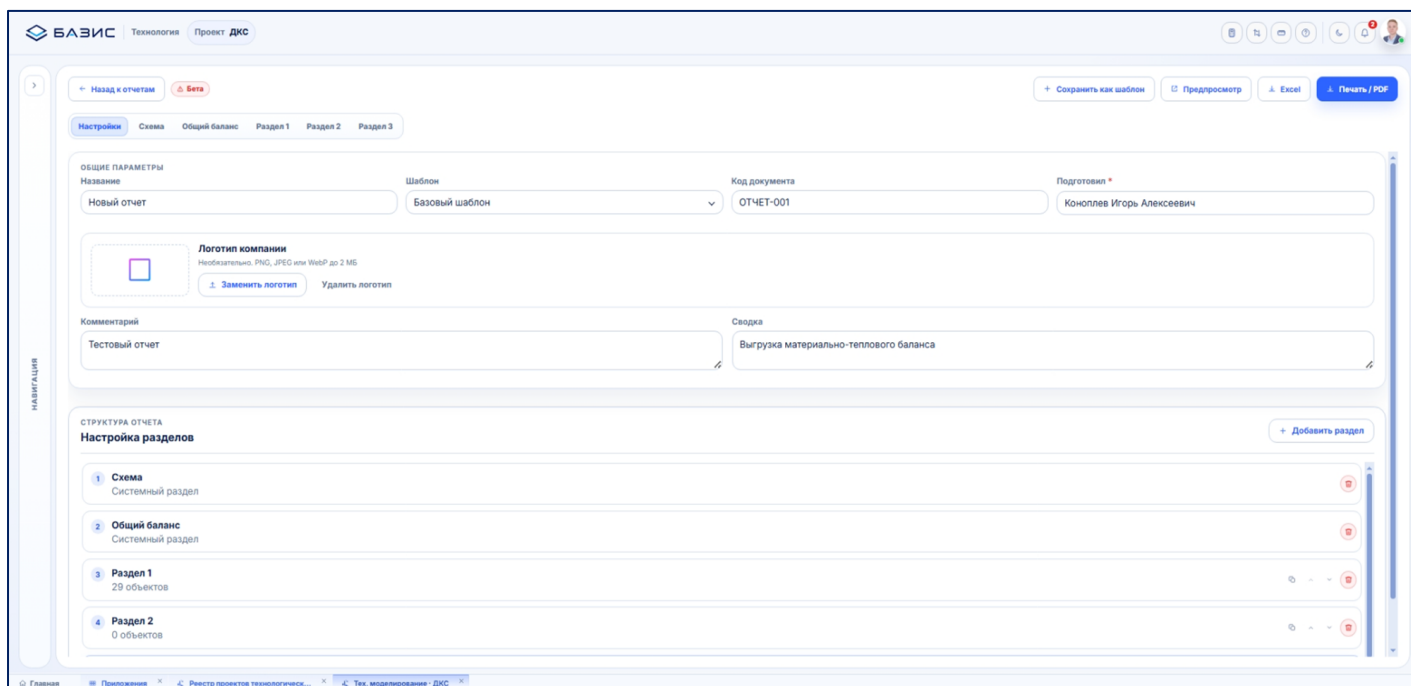


Рисунок 211. Общие настройки и структура отчета

Таблица 144. Общие параметры отчета

| Параметр                    | Назначение                                                                                         | Особенности                                                        |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Название</b>             | Имя отчета в реестре и заголовок документа                                                         | Обязательное поле                                                  |
| <b>Шаблон</b>               | Определяет исходную структуру                                                                      | Может быть базовым или ранее сохраненным пользовательским шаблоном |
| <b>Код документа</b>        | Идентификатор в титульной части                                                                    | Используйте принятую в организации систему обозначений             |
| <b>Подготовил</b>           | Ответственный пользователь                                                                         | Отображается в обзоре сформированного отчета                       |
| <b>Логотип</b>              | Фирменный знак в правой верхней части страниц предварительного просмотра и печатной или PDF-версии | PNG, JPEG или WebP, не более 2 МБ                                  |
| <b>Комментарий и сводка</b> | Поясняют назначение и содержание                                                                   | Отображаются в обзорной части                                      |

### 3.15.3. СТРУКТУРА И СОСТАВ РАЗДЕЛОВ

В области «Настройка разделов» системные разделы «Схема» и «Общий баланс» создаются автоматически. Пользовательские разделы можно добавлять, копировать, переименовывать, перемещать вверх или вниз и удалять. Откройте вкладку требуемого раздела и выберите объекты схемы. Объекты сгруппированы как материальные потоки, энергетические потоки и оборудование; для быстрого отбора доступны поиск, «Выбрать все» и «Очистить».

Для выбранных объектов отметьте категории данных: «Входные данные», «Результаты», «Состав», «Предупреждения» и «Примечания». Набор доступных данных зависит от типа объекта. В

один раздел рекомендуется включать логически связанную часть схемы, чтобы отчет было удобно просматривать и проверять. Выбор объектов и категорий показан на рисунке 212, а состав и управление разделами приведены в таблице 145.

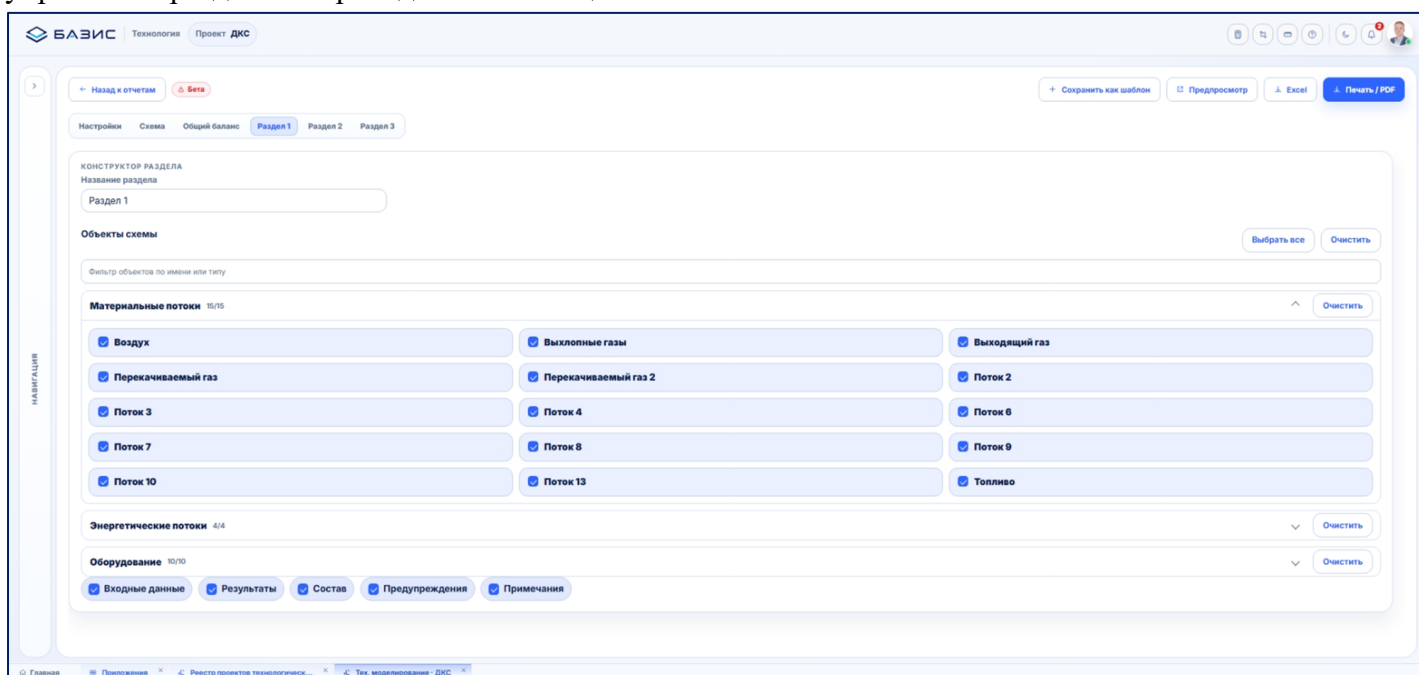


Рисунок 212. Выбор объектов и данных для раздела отчета

Таблица 145. Состав отчета и управление разделами

| Элемент                 | Что включает                                                    | Рекомендация                                           |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Схема                   | Изображение схемы и сводное число объектов                      | Проверьте читаемость схемы в предварительном просмотре |
| Общий баланс            | Сводные материальные и энергетические показатели                | Формируйте после успешного расчета схемы               |
| Пользовательский раздел | Выбранные потоки и оборудование                                 | Группируйте объекты по установке, узлу или назначению  |
| Категории данных        | Входные данные, результаты, состав, предупреждения и примечания | Включайте только сведения, необходимые получателю      |
| Порядок разделов        | Последовательность страниц документа                            | Расположите разделы в порядке чтения и проверки        |

### 3.15.4. ПРЕДПРОСМОТР И ВЫГРУЗКА

Команда «Предпросмотр» формирует документ в браузере до выгрузки. На первой странице отображаются сведения о проекте, код документа, ответственный, дата формирования, версия БАЗИС, пакет свойств, единицы проекта, сводка и комментарий. Далее следуют системные и пользовательские разделы в заданном порядке. Обзорная страница показана на рисунке 213, раздел «Схема» — на рисунке 214, а пример результатов материального потока — на рисунке 215.



 ОБЗОР

**Новый отчет**

Проект  
**ДКС**

Код документа  
**ОТЧЕТ-001**

Подготовил  
**Коноплев Игорь  
Алексеевич**

Сформировано  
**31.08.2026, 11:52:24**

Версия ПО  
**БАЗИС v1.1.08**

Пакет свойств  
**Пакет PR**

Единицы проекта  
**Метрическая**

Температура: °C   Давление: бар   Массовый расход: кг/ч   Мольный расход: кмоль/ч   Объемный расход: м³/ч  
Мощность: кВт

Выгрузка материально-теплого баланса

**Комментарий**

Тестовый отчет

Рисунок 213. Обзорная страница отчета



Рисунок 214. Раздел «Схема» в отчете

|                                                     |              |              |               |
|-----------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| БАЗИС                                               |              |              |               |
| Раздел 1                                            |              |              |               |
| Материальный поток<br>Перекачиваемый газ            |              |              |               |
| Рассчитано                                          |              |              |               |
| Свойства                                            |              |              |               |
|                                                     | Общее        | Газ          | Ед            |
| Мольная доля газа                                   | 100          | 100          | %             |
| Массовая доля газа                                  | 100          | 100          | %             |
| Давление                                            | 114          | 114          | бар           |
| Температура                                         | 29           | 29           | °C            |
| Мольный расход                                      | 51615,3791   | 51615,3791   | кмоль/ч       |
| Массовый расход                                     | 943689,69    | 943689,69    | кг/ч          |
| Объемный расход при Т,Р                             | 8730,6261    | 8730,6261    | м³/ч          |
| Плотность при Т,Р                                   | 108,0896     | 108,0896     | кг/м³         |
| Стандартный объемный расход газа (15 °C, 101.3 кПа) | 1220436,8658 | 1220436,8658 | м³/ч          |
| Молярная масса                                      | 0,0183       | 0,0183       | кг/моль       |
| Коэффициент сжимаемости                             | 0,7676       | 0,7676       | -             |
| Молярная энтальпия                                  | -81950,4572  | -81950,4572  | кДж/кмоль     |
| Массовая энтальпия                                  | -4482,3038   | -4482,3038   | кДж/кг        |
| Молярная теплота парообразования                    | —            | —            | кДж/кмоль     |
| Удельная теплота парообразования                    | —            | —            | кДж/кг        |
| Молярная энтропия                                   | 142,7564     | 142,7564     | кДж/(кмоль*К) |

Страница 38

Рисунок 215. Результаты материального потока в пользовательском разделе

После проверки предварительного просмотра используйте «Excel» для табличной выгрузки или «Печать / PDF» для печати и сохранения документа в формате PDF. При формировании большого отчета отображается индикатор загрузки; дождитесь завершения операции и не запускайте выгрузку повторно. Команда «Сохранить как шаблон» фиксирует текущую структуру для последующего повторного использования.

**ВНИМАНИЕ.** Перед формированием отчета пересчитайте схему и проверьте статусы объектов и предупреждения. Для нерассчитанных объектов отдельные значения могут отсутствовать. Если раздел получился пустым, проверьте выбранные объекты и категории данных. Перед сохранением PDF просмотрите разбиение на страницы и параметры печати; внешний вид PDF зависит от выбранных настроек печати.