# ООО «КОНТУР АВТОМАТИЗАЦИЯ»

Программа разработки приложений систем усовершенствованного управления технологическими процессами FlexPCP DL (Flexible Process Control Platform Design for Linux)

Среда проектирования

Руководство по эксплуатации экземпляра, предоставленного для экспертной проверки

#### Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА FLEXPCP DL	4
2 СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ СУУТП	5
3 НАСТРОЙКА ПРОЦЕССОРА	7
3.1 Вкладка «Параметры»	7
3.2 Вкладка «Переменные»	8
3.3 Вкладка «Интеграция»	12
4 НАСТРОЙКА НАБОРА ПЕРЕМЕННЫХ	15
5 НАСТРОЙКА КОНФИГУРАЦИИ	16
5.1 Настройка модели управления	17
6 НАСТРОЙКА МОДЕЛИ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ	19
7 СИМУЛЯЦИЯ	21
7.1 Настройка начальных условий	22
7.2 Ведение симуляции в ручном режиме управления	23
7.3 Ведение процесса симуляции по сценарию	26

#### Введение

Данная инструкция по эксплуатации разработана для проведения экспертной проверки экземпляра программного обеспечения среды проектирования FlexPCP Design for Linux (далее – FlexPCP DL).

FlexPCP DL – это среда разработки приложений для гибкого управления технологическим процессом, обеспечивающей реализацию функций усовершенствованного управления технологическим процессов (СУУТП).

Подразумевается, что программное обеспечение FlexPCP DL установлено на стационарном компьютере организации, проверяющей программное обеспечение, согласно предоставленной ООО «КОНТУР АВТОМАТИЗАЦИЯ» «Инструкции по установке экземпляра, предоставленного для экспертной проверки».

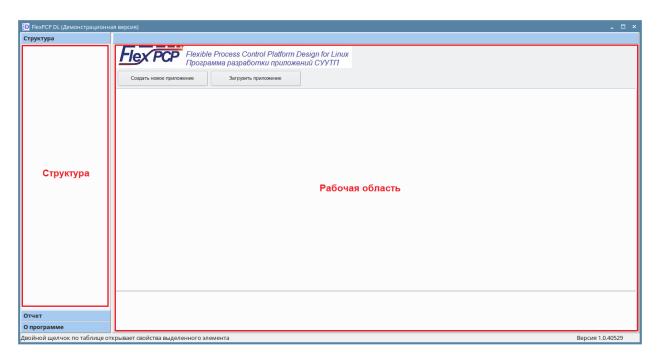
Все данные, приведенные в настоящей инструкции, являются условно абстрактной информацией, не являющейся конфиденциальной и не представляющей государственную тайну.

# 1 Элементы интерфейса

Запуск FlexPCP DL сопровождается выводом окна программы, которое разделено на две области:

- 1) в левой (меньшей) части отображаются структура Приложений СУУТП (далее **Структура**), кнопки «Отчет» и «О программе».
- 2) в правой части **Рабочая область**. Сразу после запуска программы в Рабочей области отображается стартовая страница, но которой размещены кнопки «Создать новое приложение» и «Загрузить приложение», а также элементы интерфейса для вывода информации о работе программы. Доступ к стартовой странице осуществляется по кнопке «Отчет».

После создания или загрузки Приложения СУУТП в Рабочей области будут отображаться данные того компонента Приложения, который выбран в иерархическом списке Структуры в текущий момент.

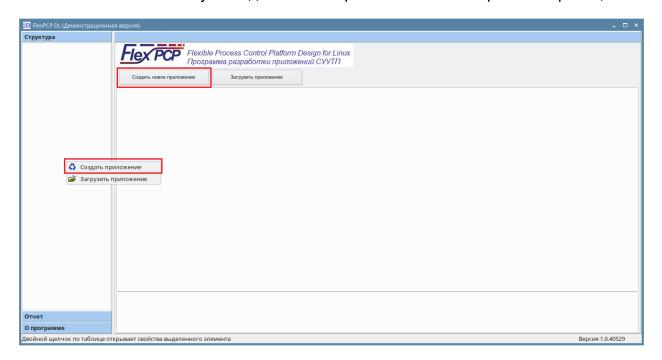


Управление работой FlexPCP DL осуществляется с помощью мыши и клавиатуры. При щелчке правой кнопкой мыши появляется контекстное меню. Содержание контекстного меню зависит от области, в которой происходит нажатие кнопки мыши. Нажатие на кнопки интерфейса и выбор редактируемых полей осуществляется по щелчку левой кнопки мыши на соответствующий элемент интерфейса. Ввод информации в редактируемые поля выполняется с клавиатуры.

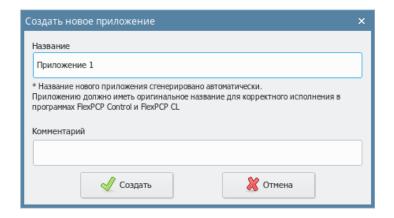
# 2 Создание Приложения СУУТП

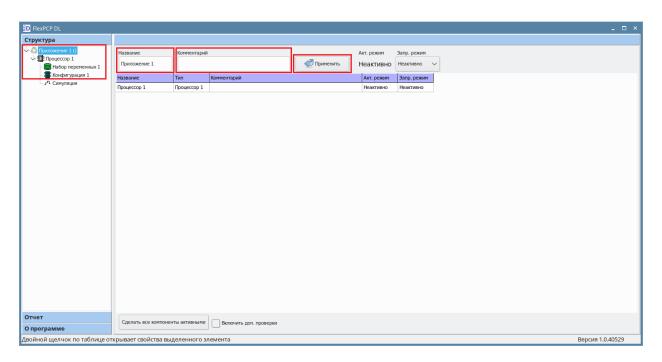
Создать Приложение систем усовершенствованного управления технологическими процессами (СУУТП) можно следующими способами:

- вызвать контекстное меню Структуры и выбрать пункт «Создать приложение»
  - нажать на кнопку «Создать новое приложение» на стартовой странице.



В появившемся окне доступны для редактирования автоматически сгенерированное название Приложения и комментарий к нему. Измените название на «Приложение 1» и нажмите кнопку «Создать».





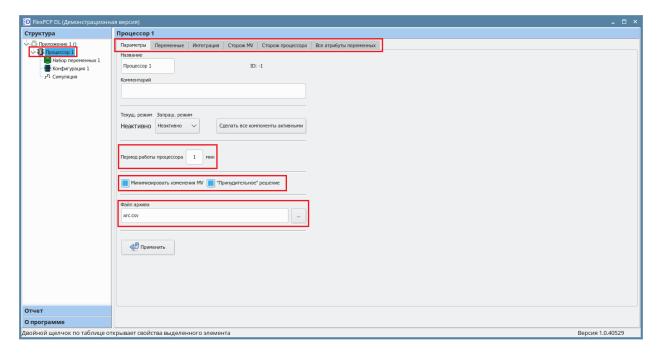
По умолчанию структура нового Приложения состоит из следующих компонентов: Процессор 1, Набор переменных 1, Конфигурация 1.

При необходимости названия и комментарии Приложения и его компонентов можно изменить в соответствующих полях, подтвердив изменения кнопкой «Применить».

Промежуточные настройки компонентов Приложения можно сохранить, вызвав контекстное меню Структуры и выбрав пункт «Сохранить приложение». Будет создан/перезаписан файл Приложения, который можно загрузить в FlexPCP DL при следующих запусках программы.

# 3 Настройка Процессора

Для настройки Процессора выберите пункт «Процессор 1» в Структуре. В Рабочей области откроются настройки Процессора с вкладками: «Параметры», «Переменные», «Интеграция», «Сторож МV», «Сторож процессора», «Все атрибуты переменных».



# 3.1 Вкладка «Параметры»

По умолчанию на вкладке «Параметры» установлены следующие настройки работы Процессора:

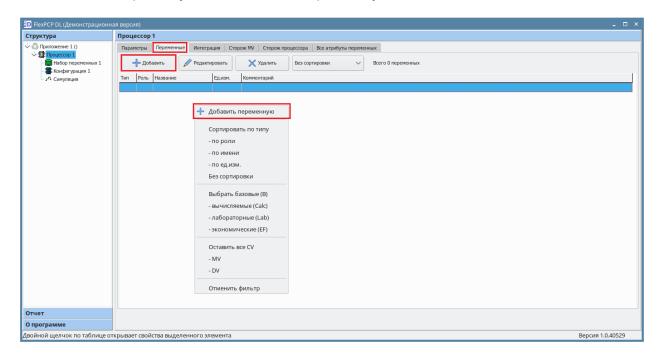
- Период работы процессора <u>1 мин</u> (определяет длительность такта в минутах; на каждом такте Процессор обновляет входные данные, выполняет вычисления, обновляет выходные данные);
  - Минимизировать изменения MV <u>отмечено галочкой</u>;
- «Принудительное» решение <u>отмечено галочкой</u> (устанавливает режим поиска дополнительных решений без разделения на подсистемы при вычислениях;
  при этом увеличивается объем и длительность вычислений).
- Файл архива <u>arc.csv</u> (в указанный файл записываются значения всех атрибутов переменных во время симуляции работы процессора).

Так как настройки удовлетворяют тестируемым режимам работы программы, в данном окне изменений не предусмотрено.

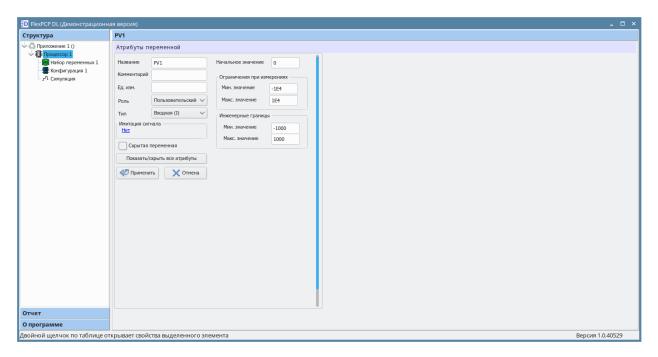
#### 3.2 Вкладка «Переменные»

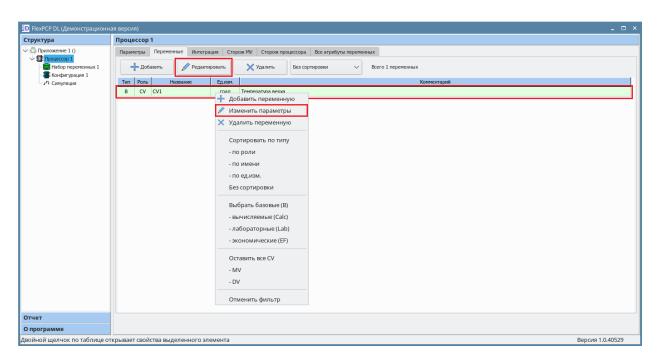
На вкладке «Переменные» можно добавить переменные Процессора 1 одним из способов:

- 1) нажать кнопку «Добавить»;
- 2) вызвать контекстного меню, щелкнув правой кнопкой мыши в Рабочей области, и выбрать пункт «Добавить переменную».



В Рабочей области откроются настройки переменной с параметрами по умолчанию.





При необходимости доступ к окну редактирования параметров ранее созданной переменной осуществляется следующими способами:

- 1) выбрать строку в таблице переменных щелчком левой кнопки мыши и нажать кнопку «Редактировать»;
- 2) сделать двойной щелчок кнопкой мыши на соответствующей строке таблицы с переменными;
- 3) вызвать контекстным меню, щелкнув правой кнопкой мыши на строке редактируемой переменной в таблице, и выбрать пункт «Изменить параметры».

В рамках проверки FlexPCP DL необходимо добавить 8 переменных с различными ролями (MV, CV, DV и Пользовательский) согласно приведенной ниже таблице 1.

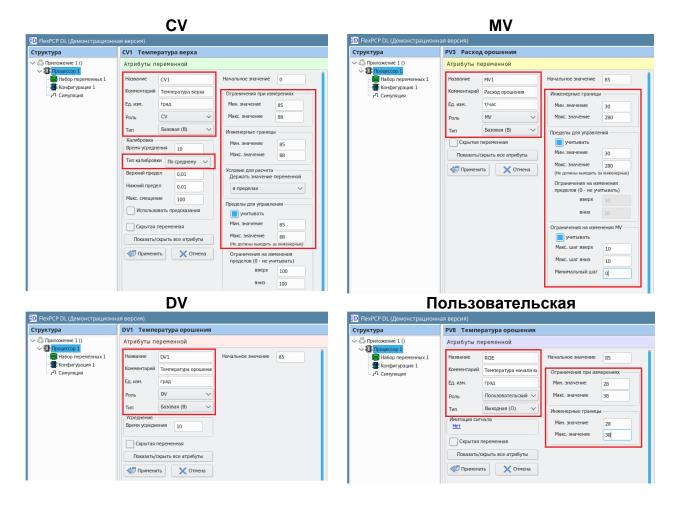
Изменение параметров каждой переменной необходимо завершить нажатием на кнопку «Применить».

Примеры заполнения формы для переменных различных ролей (CV, MV, DV, Пользовательская) приведены после таблицы.

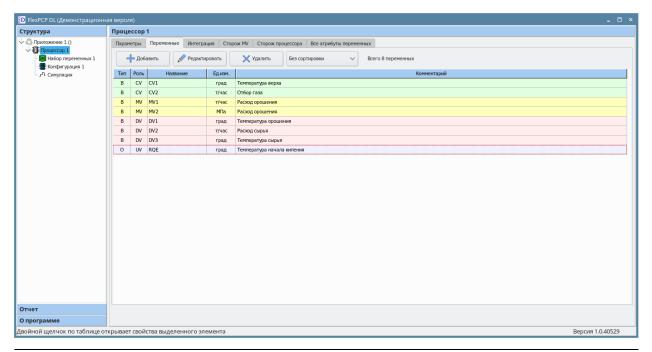
Таблица 1 Параметры добавляемых переменных

Параметр	Значение							
Название	CV1	CV2	MV1	MV2	DV1	DV2	DV3	RQE
Комментарий	Температура верха	Отбор газа	Расход орошения	Давление верха	Температура орошения	Расход сырья	Температура сырья	Температура начала кипения
Ед. изм.	град	т/час	т/час	МПа	град	т/час	град	град
Роль	CV	CV	MV	MV	DV	DV	DV	Пользовательская
Тип	Базовая	Базовая	Базовая	Базовая	Базовая	Базовая	Базовая	Выходная
Тип калибровки	По среднему	По среднему	-	-	-	-	-	-
Ограничения при измерениях	8588 (минмакс)	6070 (минмакс)	-	-	-	-	-	2838 (минмакс)
Инженерные границы	8588 (минмакс)	6070 (минмакс)	30280 (минмакс)	0,40,5 (минмакс)	-	-	-	2838 (минмакс)
Условия для расчета	в пределах	в пределах	-	-	-	-	-	-
Пределы для управления	учитывать, 8588 (минмакс)	учитывать, 6070 (минмакс)	учитывать, 30280 (минмакс)	учитывать, 0,40,5 (минмакс)	-	-	-	-
Ограничения на изменение MV (макс. шаг вверх, макс шаг вниз, минимальный шаг)	-	-	учитывать (10, 10, 0)	учитывать (0,01, 0,01, 0)	-	-	-	-

Пример заполнения параметров переменной в зависимости от ее роли:

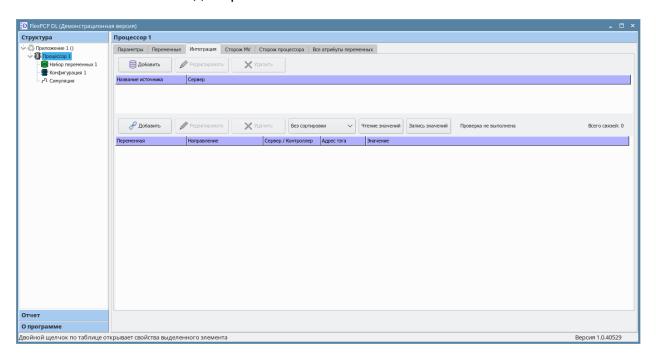


По окончании ввода всех переменных вкладка «Переменные» будет выглядеть следующим образом.



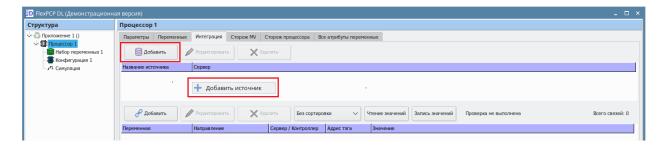
#### 3.3 Вкладка «Интеграция»

Данная вкладка заполняется в том случае, когда необходимо организовать связь с внешней системой моделирования для обмена данными по определенному протоколу. Такая функция используется для симуляции технологического процесса во внешней системе моделирования.



\*Данной инструкцией не предусматривается детальная настройка подключения к источнику (сервер данных) и связей для компонентов Приложения, так как тестирование возможно только с помощью сервера данных, который не предоставляется разработчиком FlexPCP DL.

Сначала необходимо добавить источник — сервер внешней системы, с которым процессор будет обмениваться данными. Для этого нажмите на кнопку «Добавить» или в контекстном меню выберите пункт «Добавить источник».

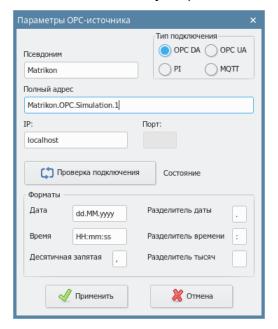


В появившемся окне настроек подключения к источнику:

- выберите тип подключения (OPC DA, OPC UA и др.);
- заполните поле «Псевдоним» краткое название сервера.

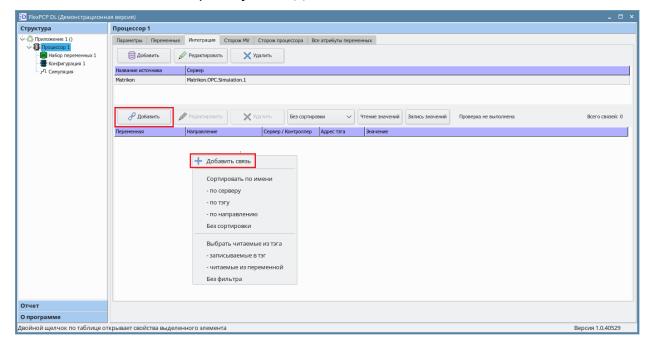
– в зависимости от выбранного типа подключения станут доступны соответствующие поля для ввода настроек подключения (полный адрес, IP-адрес, порт).

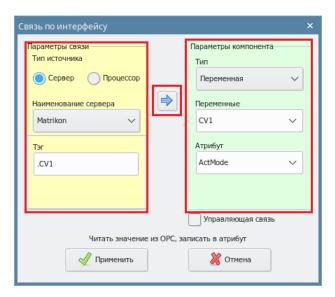
По окончании ввода нажмите клавишу «Применить».



Далее необходимо связать атрибуты компонентов, подлежащие обмену с внешней системой, с соответствующими тегами (или узлами) источника.

Создание такой связи выполняется по кнопке «Добавить» или из контекстного меню выбором пункта «Добавить связь».





В открывшемся окне необходимо выбрать:

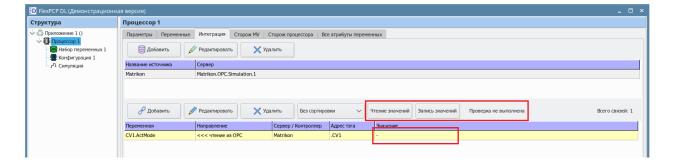
- в левой части: тип источника, наименование сервера или процессора,
  настройки тэга;
  - в средней части направление связи (запись или чтение)
- в правой части: тип (по умолчанию Переменная), название и атрибут компонента.

Ввод параметров связи необходимо подтвердить кнопкой «Применить».

Выше приведен пример создания связи атрибута ActMode переменной CV1 Приложения с некоторым тегом .CV1 для подключения по протоколу OPC DA с псевдонимом Matrikon.

Поля «Сторож (Watch Dog) в режиме симуляции с внешней системой могут остаться не заполненными. Если иное не предусматривается проектирование во внешней системе.

Проверка работоспособности созданных связей выполняется по кнопкам «Чтение значений» и «Запись значений».

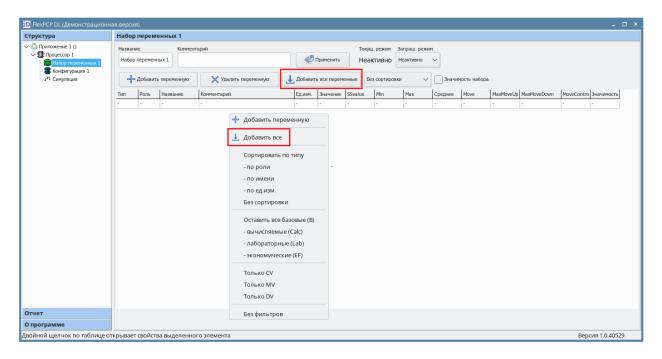


\* в приведенном примере проверка работоспособности связи не выполнена, так как протокол ОРС DA не поддерживается в операционных системах семейства UNIX.

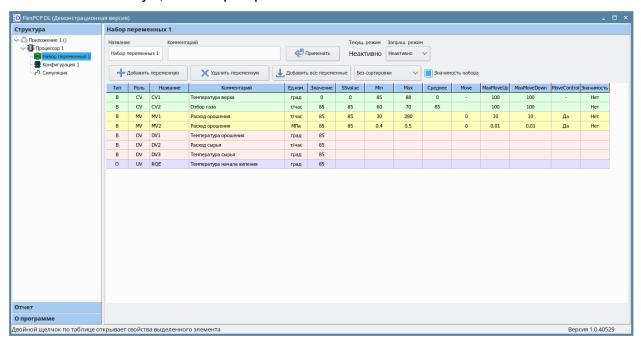
# 4 Настройка Набора переменных

Для настройки Набора переменных выберите соответствующий элемент в Структуре. В Рабочей области появится окно настройки Набора переменных.

Необходимо добавить ранее созданные переменный в Набор переменных по кнопке «Добавить все переменные» и через пункт «Добавить все» контекстного меню.

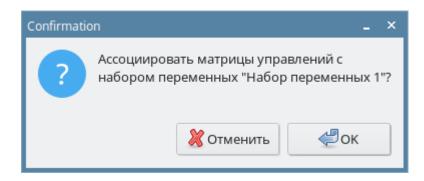


Результатом будет сформированный список переменных Процессора, включенных в текущий Набор переменных.



# 5 Настройка Конфигурации

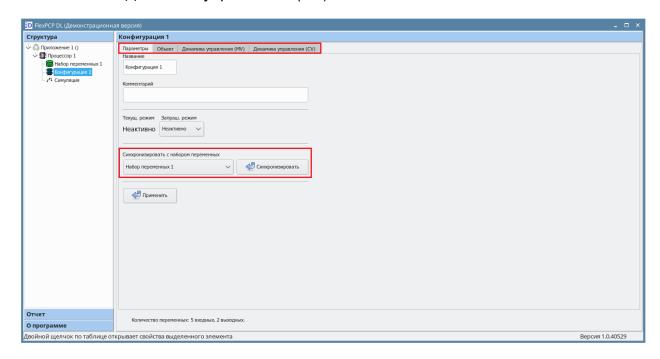
Для настройки Конфигурации выберите в окне структуры элемент «Конфигурация». Автоматически появится всплывающее окно «Ассоциировать матрицы управлений с набором переменных «Набор переменных 1»?».



Подтвердите выбор нажатием на кнопку «ОК».

В правом окне откроется рабочая область Конфигурации с 4 вкладками:

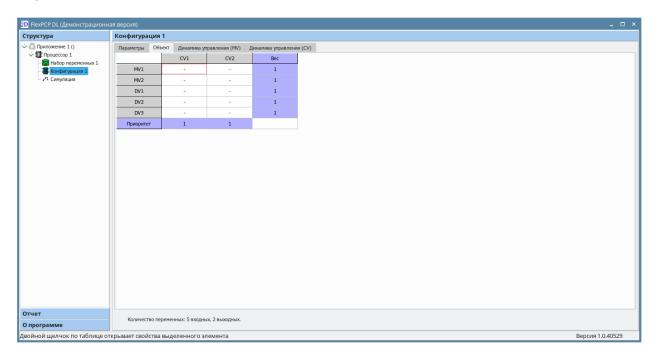
- «Параметры»,
- «Объект»,
- «Динамика управления (MV),
- «Динамика управления (CV).



В случае изменений в Наборе переменных 1 или выборе другого набора необходимо нажать на кнопку «Синхронизировать» для внесения изменений в конфигурацию.

# 5.1 Настройка модели управления

Выберите вкладку «Объект». При этом в рабочей области отобразиться пустая матрица управлений, созданная по количеству указанных в наборе переменных CV, MV c DV.



Далее необходимо заполнить все ячейки матрицы, определяющие взаимосвязь между переменными в модели.

Для этого двойным щелчком левой кнопки мыши по соответствующей ячейке на пересечении строк и столбцов переменных, вызовите окно настройки связи между переменными и заполните в соответствии с таблицей 2.

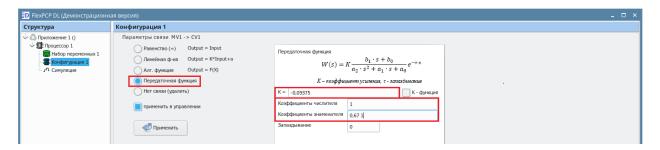
Примеры заполнения связей приведены после таблицы 2.

Таблица 2 Параметры взаимосвязи между переменными

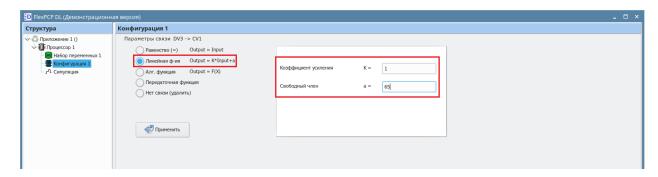
	Параметр				
Связь	Тип связи	Коэффициент усиления К	Коэффициенты числителя	Коэффициенты знаменателя	
MV1 -> CV1	Передаточная функция	-0,09375	1	0,67 1	
MV1 -> CV2	Передаточная функция	-0,1875	1	2 1	
MV2 -> CV1	Передаточная функция	11,33	1	1 1	

	Параметр					
Связь	Тип связи	Коэффициент усиления К	Коэффициенты числителя	Коэффициенты знаменателя		
MV2 -> CV1	Передаточная функция	169,99	1	3 1		
DV1 -> CV1	Передаточная функция	0,6	1	21		
DV2 -> CV2	Передаточная функция	0,15	1	3 1		
		Коэффициент усиления К	Свободный член а			
DV3 -> CV1	Линейная функция	1	65			

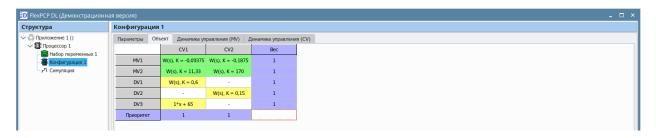
Пример заполнения передаточной функции:



Пример заполнения линейной функции:

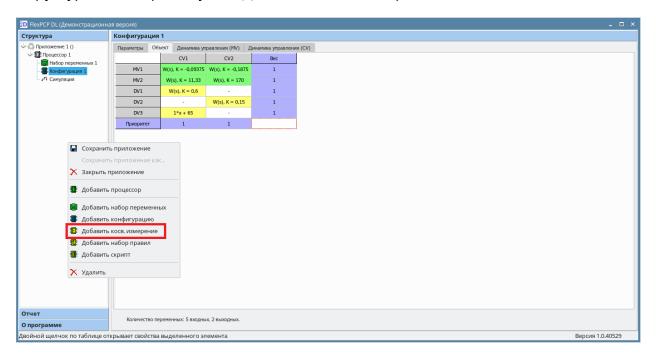


После произведенной настройки матрица управлений на вкладке «Объект» будет выглядеть как показано на рисунке ниже.

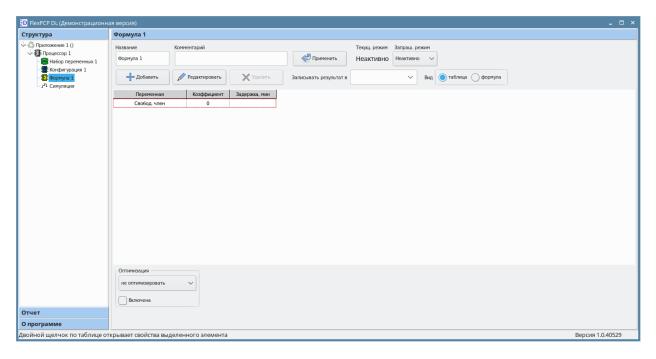


# 6 Настройка модели косвенных измерений

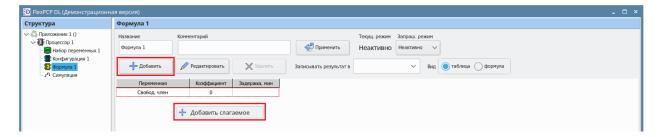
Для ввода модели косвенных измерений вызовите контекстное меню Структуры и выберите пункт «Добавить косв. измерения».



При этом в структуре Приложения появится новый элемент «Формула 1», а в окне рабочей области отобразится окно настройки модели косвенных измерений.

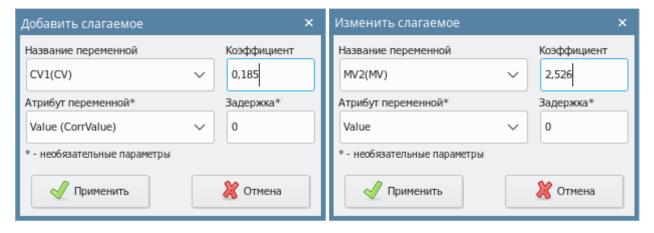


Для определения входных параметров модели косвенных измерений вызовите контекстное меню Рабочей области и выберите пункт «Добавить слагаемое» или нажмите на кнопку «Добавить».



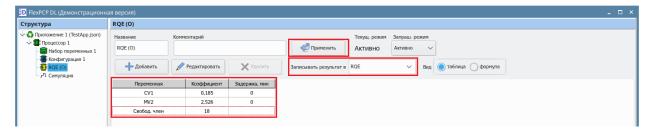
Во всплывающем окне выберите имя переменной и введите коэффициент. Остальные настройки слагаемого оставьте по умолчанию. Подтвердите ввод нажатием кнопкой «Применить». Таким образом добавьте 2 слагаемых:

- 1) переменная CV1, коэффициент 0,185;
- 2) переменная MV2, коэффициент 2,526.



Выберите строку с переменной «Свободный член» и нажмите кнопку «Редактировать» или дважды щелкните на этой строке кнопкой мыши. В появившемся окне введите значение «18».

В выпадающем меню «Записывать результат в» выберите переменную RQE.



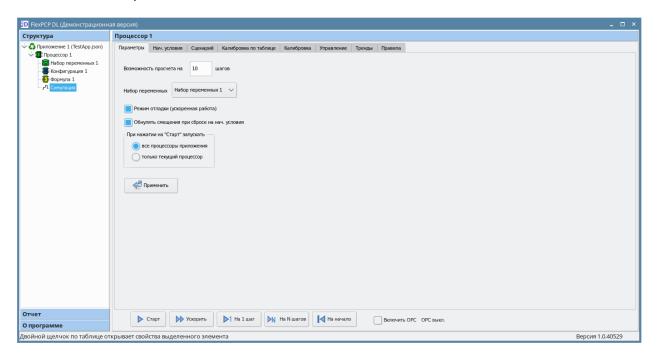
Завершите ввод модели косвенных измерений нажатием на кнопку «Применить».

# 7 Симуляция

Перед началом симуляции необходимо выбрать «Приложение 1» в Структуре и нажать кнопку «Сделать все компоненты активными» внизу Рабочей области.

Для проведения процедуры симуляции работы Приложения выберите пункт «Симуляция» в Структуре. В Рабочей области симуляции появятся следующие вкладки:

- «Параметры»;
- «Нач. условия»;
- «Сценарий»;
- «Калибровка по таблице»;
- «Параметры калибровки»;
- «Управление»;
- «Тренды»;
- «Правила»;



Так как настройки удовлетворяют тестируемым режимам работы программы, в на вкладке Параметры изменений не предусмотрено.

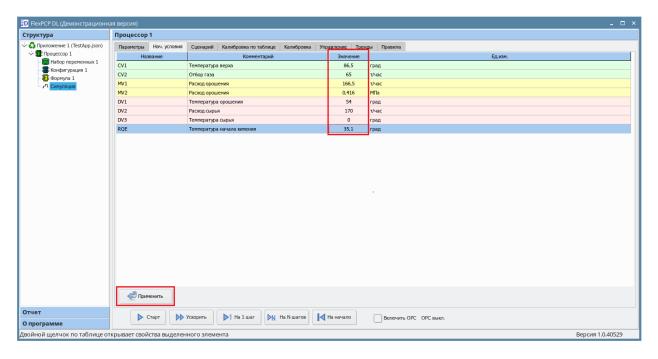
# 7.1 Настройка начальных условий

Для задания начальных условий симуляции выберите вкладку «Нач. условия». На вкладке отображена таблица со всеми переменными из набора, указанного на вкладке «Параметры».

Введите начальные условия в графе «Значение», указанные в таблице ниже. Для этого необходимо дважды щелкнуть кнопкой мыши на числовое поле и отредактировать содержимое ячейки.

Название	Комментарий	Значение	Ед. изм.
CV1	Температура верха	86,5	град
CV2	Отбор газа	65	т/час
MV1	Расход орошения	166,5	т/час
MV2	Давление верха	0,416	МПа
DV1	Температура орошения	54	град
DV2	Расход сырья	170	т/час
DV3	Температура сырья	0	град
RQE	Температура начала кипения	35,1	град

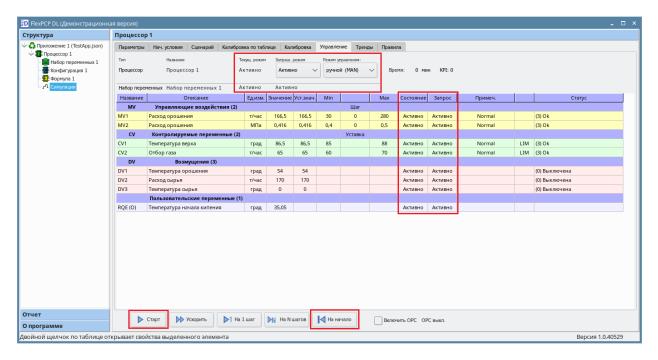
По окончании заполнения всех значений нажмите кнопку «Применить».



#### 7.2 Ведение симуляции в ручном режиме управления

Перейдите на вкладку «Управление». На вкладке «Параметры» в выпадающем списке «Режим управления» выберите строку «ручное (MAN)». В выбранном режиме моделирование протекания технологического процесса будет происходить средствами Приложения, а управление будет доступно пользователю непосредственно через изменение значения переменных.

Рабочая область представляет собой таблицу, в которой отображаются переменные Набора и текущие значения их атрибутов. Убедитесь, что у всех переменных в графах «Состояние» и «Запрос» указаны значения «Активно», текущий и запрашиваемый режимы процессора и набора также «Активно». При необходимости выполните инструкцию первого абзаца раздела 7.

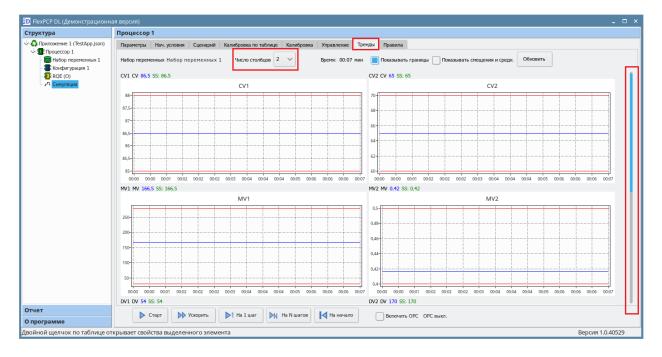


Нажмите кнопку «На начало» в нижней части Рабочей области. Графа «Значения» таблицы управления будет заполнена начальными значениями, введенными ранее на вкладке «Нач. условия».

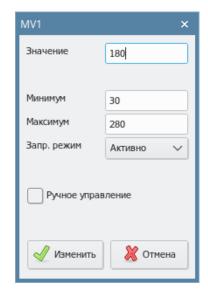
\* Запуск симуляции осуществляется по кнопке «Старт», которая меняет свой вид на «Стоп» для останова симуляции. В рамках настоящей инструкции нужно будет запускать симуляцию и останавливать ее через несколько секунд, так как она осуществляется в режиме ускоренного времени (параметр «Режим отладки (ускоренная работ) на вкладке «Параметры» Симуляции). Графики на вкладке Тренды могут незначительно отличаться от инструкции.

Нажмите на кнопку «Старт» для начала симуляции. По истечении нескольких секунд остановите симуляцию нажатием на кнопку «Стоп» в рабочей области.

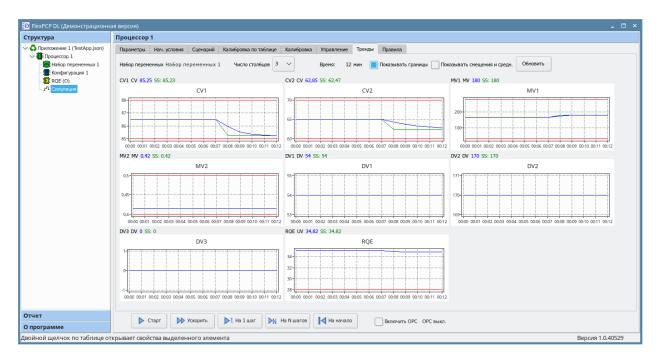
Перейдите на вкладку «Тренды». В рабочей области вкладки будут отображаться тренды всех объявленных переменных. Перемещение по трендам осуществляется с помощью вертикальной прокрутки справа. Можно изменить размещение трендов в Рабочей области, выбрав другое значение в поле «Число столбцов» (например, 2).



Перейдите на вкладку «Управление». Двойным щелчком левой кнопки мыши на строке переменной МV1 вызовите всплывающее окно настройки переменной и введите 180 в поле «Значение». Подтвердите изменения кнопкой «Изменить».

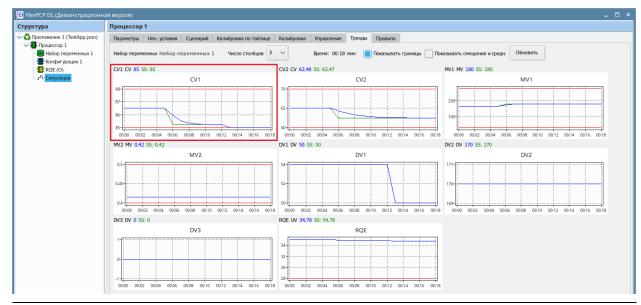


Перейдите на вкладку «Тренды» и нажмите на кнопку «Старт», наблюдайте графики переменных в течении нескольких секунд. Остановите симуляцию кнопкой «Стоп».

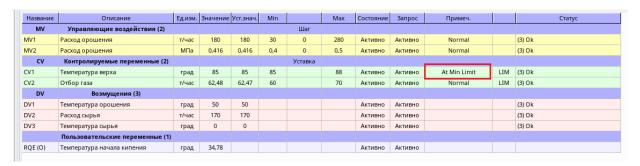


Вернитесь на вкладку «Управление». Двойным щелчком левой кнопки мыши на строке переменной DV1 вызовите всплывающее окно настройки переменной и введите 50 в поле «Значение». Подтвердите изменения нажатием на кнопку «Изменить».

Перейдите на вкладку «Тренды» и нажмите на кнопку «Старт», наблюдайте график переменной СV1 в течении нескольких секунд. Остановите симуляцию кнопкой «Стоп».



Перейдите на вкладку «Управление». В таблице переменных у переменной CV1 в колонке «Примеч.» появилась отметка «At Min Limit», что свидетельствует о значении переменной близким к нижнему пределу. Это отражает поведение переменной CV1 на трендах рисунка выше.

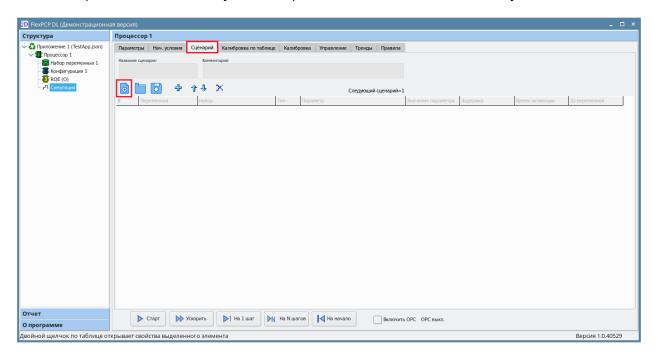


Исторические значения всех атрибутов переменных за время симуляции записываются в файл архива, указанный на вкладке «Параметры» компонента «Процессор 1».

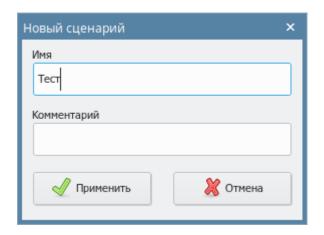
#### 7.3 Ведение процесса симуляции по сценарию

Для ведения симуляции по записанному ранее сценарию сначала необходимо создать Сценарий симуляции.

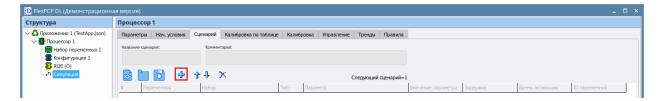
Перейдите на вкладку «Сценарий» в Рабочей области Симуляции.



Нажмите на кнопку создания нового сценария, во всплывающем окне введите имя нового сценария и подтвердите его создание кнопкой «Применить».



Для ввода нового шага сценария нажмите кнопку «+» для ввода нового шага.

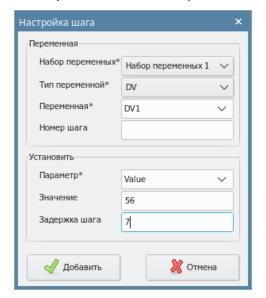


В открывшемся окне укажите настройки шагов согласно таблице 3 и подтвердите каждый ввод кнопкой «Добавить». Пример заполнения настроек шага приведен после таблицы. После завершения ввода 6 шагов нажмите кнопку «Отмена», чтобы скрыть окно.

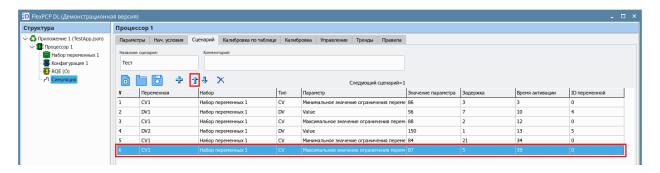
Таблица 3 Настройки шагов сценария

Роль переменной	Переменная	Параметр	Значение	Задержка шага
CV	CV1	Минимальное значение ограничения переменной	86	3
DV	DV1	Value	56	7
CV	CV1	Максимальное значение ограничения переменной	88	2
DV	DV2	Value	150	1
CV	CV1	Минимальное значение ограничения переменной	84	21
CV	CV1	Максимальное значение ограничения переменной	87	5

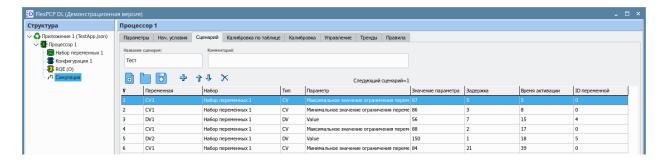
#### Пример заполнения настроек шагов сценария:



В таблице Сценария отобразятся введенные шаги. В результате будет создан сценарий симуляции.



Выберите строку с шагом 6 и нажимайте на кнопку «Стрелка вверх» несколько раз пока выделенная строка в таблице сценария не переместится на первую позицию.



Перейдите на вкладку «Тренды». Для сброса всех предыдущих состояний нажмите на кнопку «На начало» в нижней части Рабочей области Нажмите кнопку «Старт» для запуска Симуляции по сценарию и наблюдайте графики переменных и их изменение во времени согласно записанному сценарию.