



ООО «Контур Автоматизация»

Платформа гибкого управления технологическими процессами
(FlexPCP)

Программная среда моделирования технологических объектов
для систем усовершенствованного управления
FlexPCP Analyzer
(Flexible Process Control Platform for Analysis)

Инструкция по эксплуатации экземпляра,
предоставленного для экспертной проверки



Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНТЕРФЕЙСЕ FLEXPCP ANALYZER.....	4
2 РАБОТА С ПРОЦЕДУРОЙ «ДАННЫЕ»	6
2.1 Загрузка данных.....	6
2.2 Первичная обработка данных.....	9
3 РАБОТА С ПРОЦЕДУРОЙ «ПОДГОТОВКА ДАННЫХ»	16
3.1 Просмотр статистик параметров	16
3.2 Расчет корреляций	17
3.3 Фрагментирование данных	21
4 РАБОТА С ПРОЦЕДУРОЙ «ИДЕНТИФИКАЦИЯ».....	36
4.1 Идентификация моделей статичеки.....	36
4.2 Идентификация моделей динамики	49



Введение

Данная инструкция по эксплуатации разработана для проведения экспертной проверки экземпляра программного обеспечения среды моделирования FlexPCP Analyzer.

FlexPCP Analyzer – это пакет подготовки, статистической обработки и идентификации временных рядов, обеспечивающих реализацию функций моделирования технологических объектов на основе исторических данных.

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

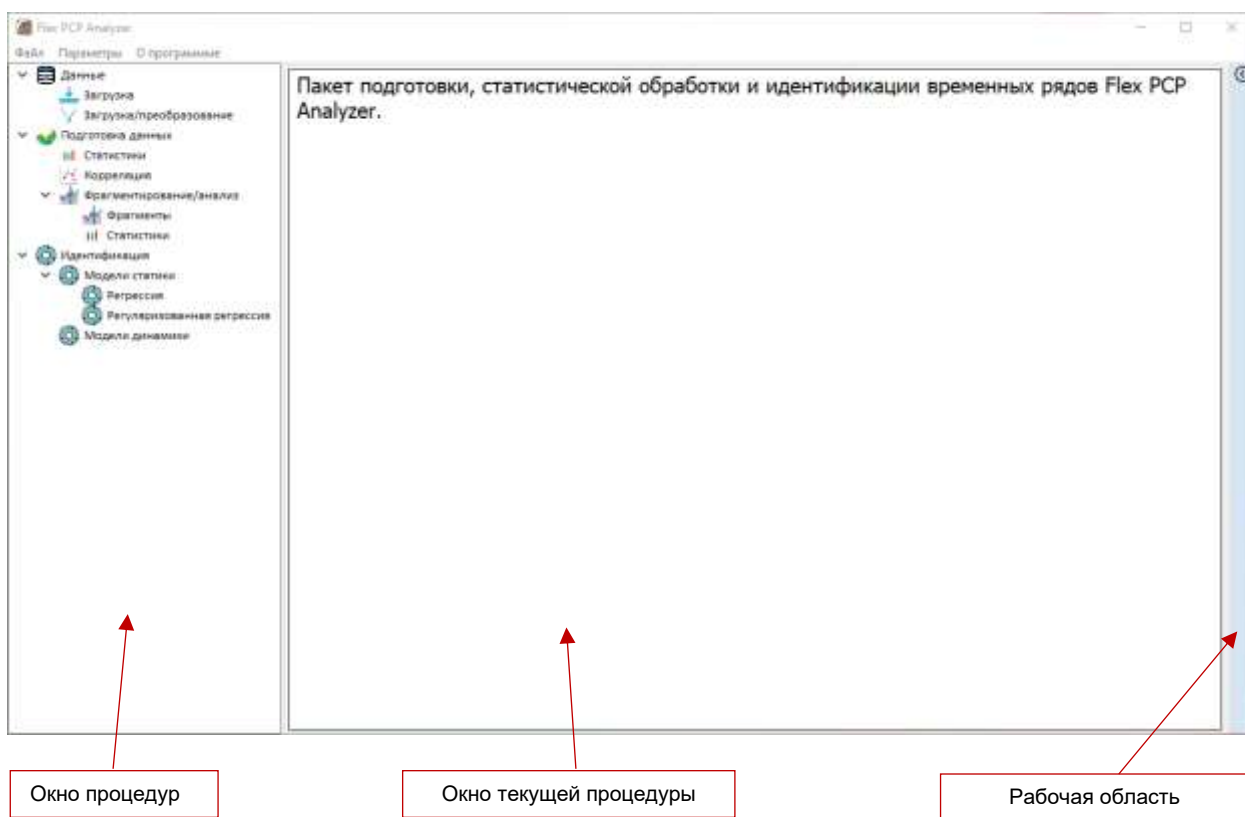
Все приведенные в предоставленном для экспертной проверки экземпляре данные являются условно абстрактной информацией, не являющейся конфиденциальной и не представляющей государственную тайну.



1 Общие сведения об интерфейсе FlexPCP Analyzer

Запуск среды моделирования FlexPCP Analyzer сопровождается выводом окна программы, которое представлено из трех основных частей.

В левой части экрана отображается структура процедур моделирования, в центральной части экрана отображается окно выбранной текущей процедуры, а в правой части экрана отображается рабочая область моделирования. (При открытии программы окно моделирования свернуто, так как на начальном этапе результаты моделирования отсутствуют).



В окне текущей процедуры будут размещаться данные той процедуры моделирования, которая выбрана в структуре процедур слева в данный момент.

Управление работой может вестись как с помощью контекстного меню, которое вызывается нажатием правой клавиши мыши (далее НПК), так и с помощью выбора необходимого пункта меню в верхней строке экрана, и сопровождаться вводом необходимой информации с клавиатуры. Контекстное меню зависит от той области в которой будет происходить нажатие.



Для изменения размеров отображаемых окон используйте стандартные контекстные стрелки для изменения размеров окна.

Графики и численные значения расчетных параметров, отображаемые на рисунках, могут отличаться от представленных в документе в связи с действиями конкретного пользователя.

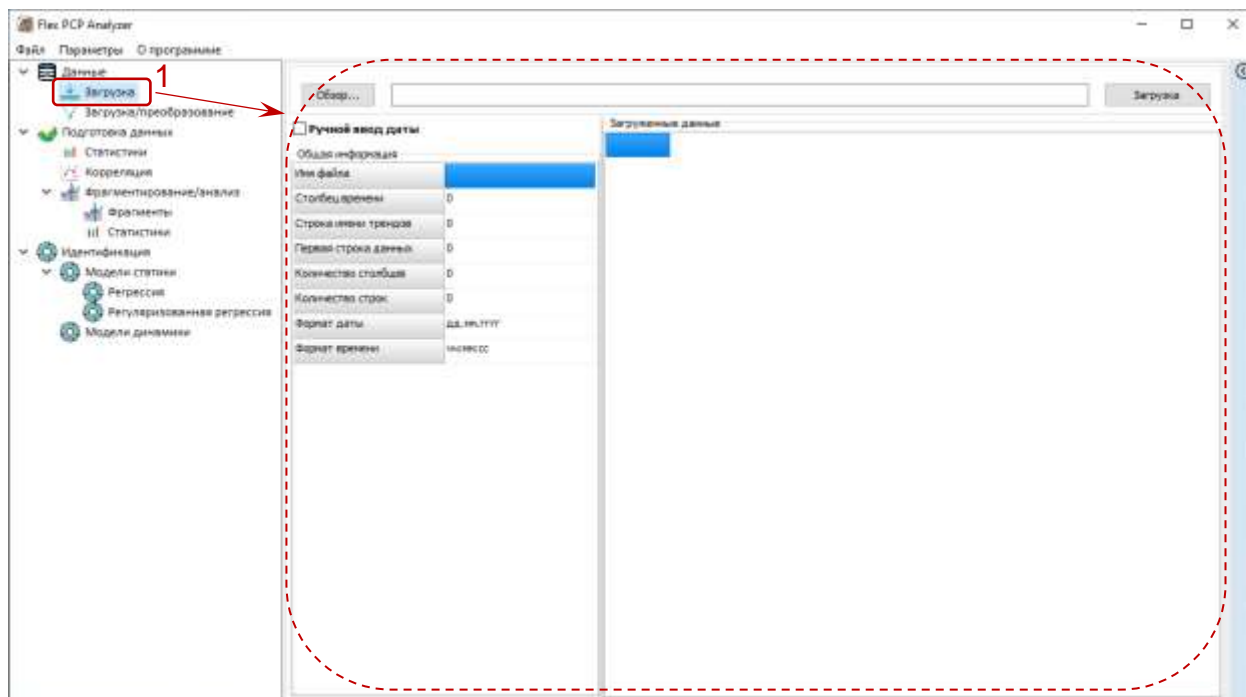


2 Работа с процедурой «Данные»

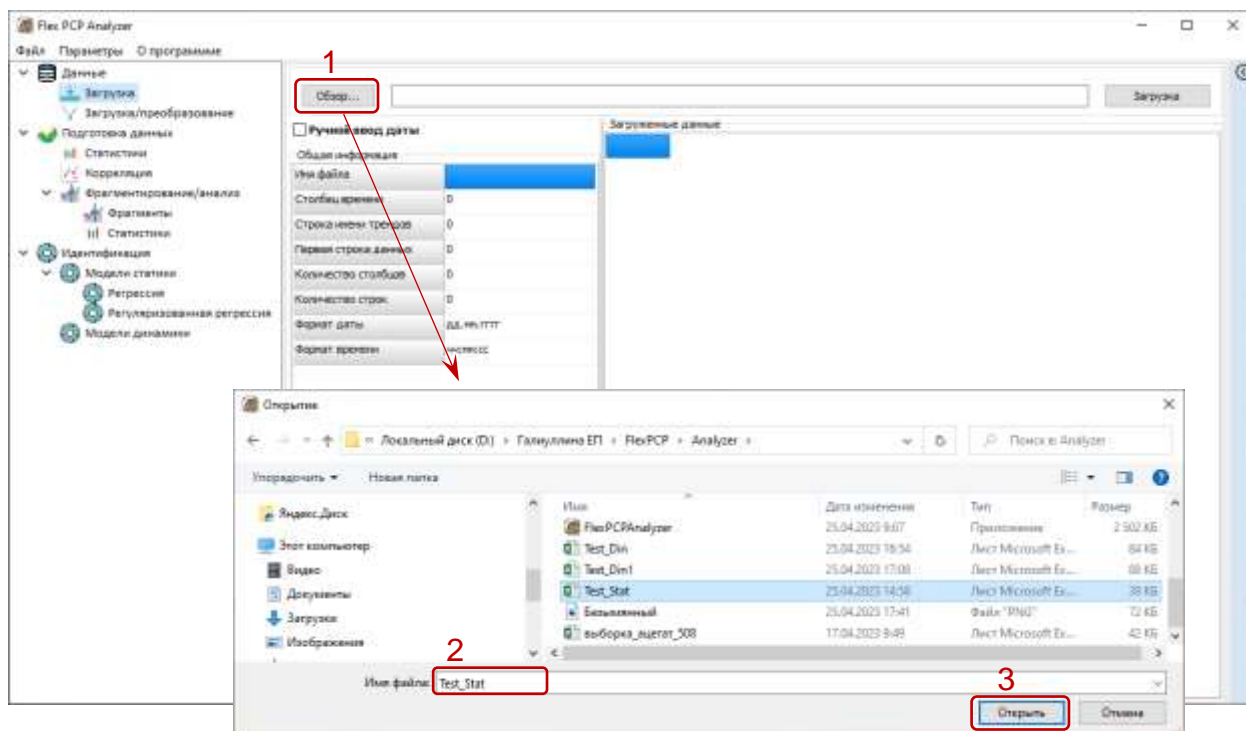
2.1 Загрузка данных

Для загрузки исходных исторических данных выберите пункт «Загрузка» в процедуре «Данные» в окне процедур.

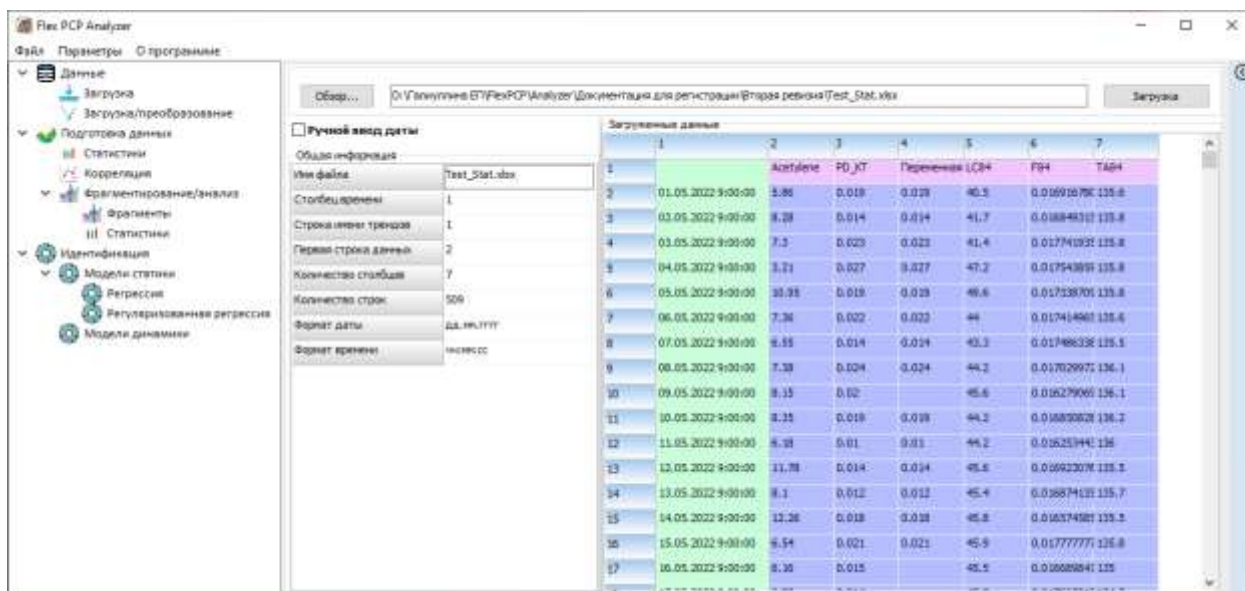
В окне текущей процедуры откроется окно загрузки данных.



Нажмите на кнопку «Обзор» в окне текущей процедуры. В открывшемся окне браузера выберите файл для загрузки данных для проведения тестирования Test_Stat.xls и нажмите «Открыть».



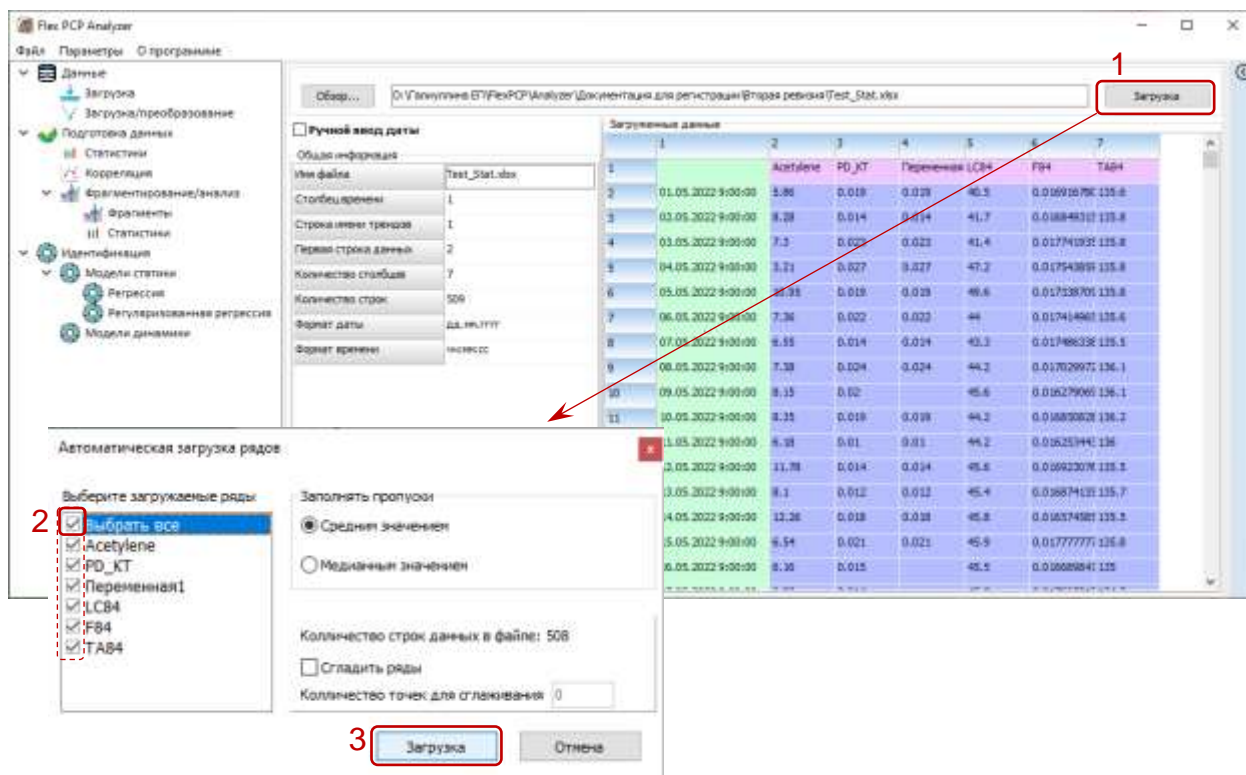
В окне текущей процедуры отобразятся данные в виде временных рядов из загружаемого файла.



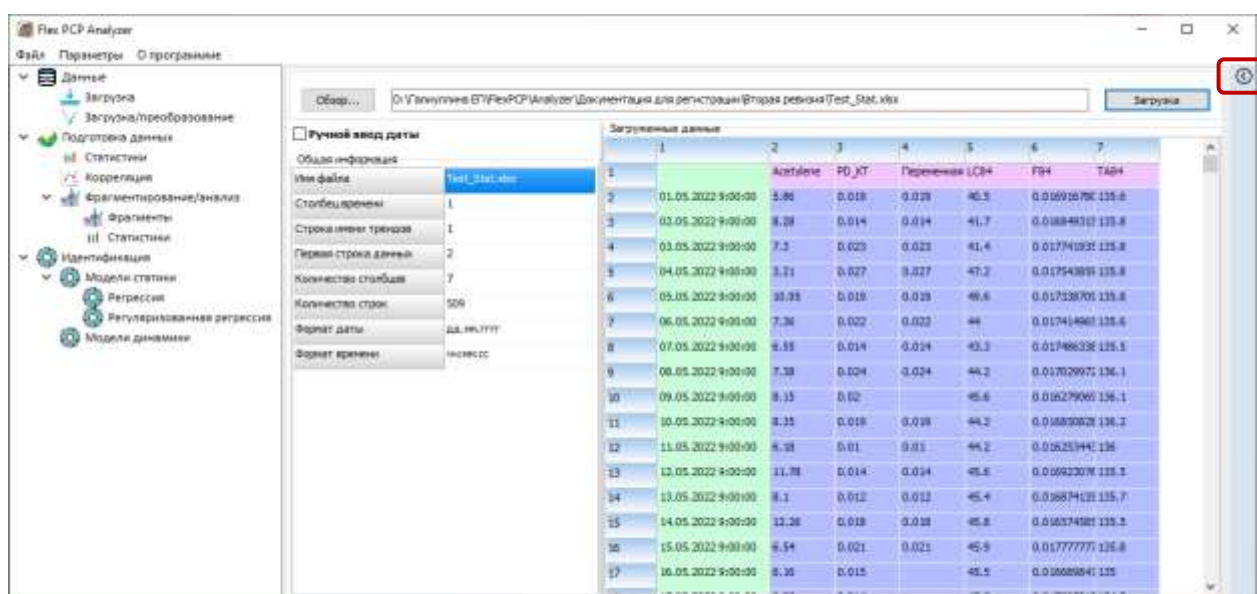
Нажмите на кнопку «Загрузка» в окне текущей процедуры. В открывшемся окне «Автоматическая загрузка рядов» выставьте галочку в чекбоксе «Выбрать



все», после чего все последующие чекбоксы будут автоматически заполнены. Нажмите кнопку «Загрузка».

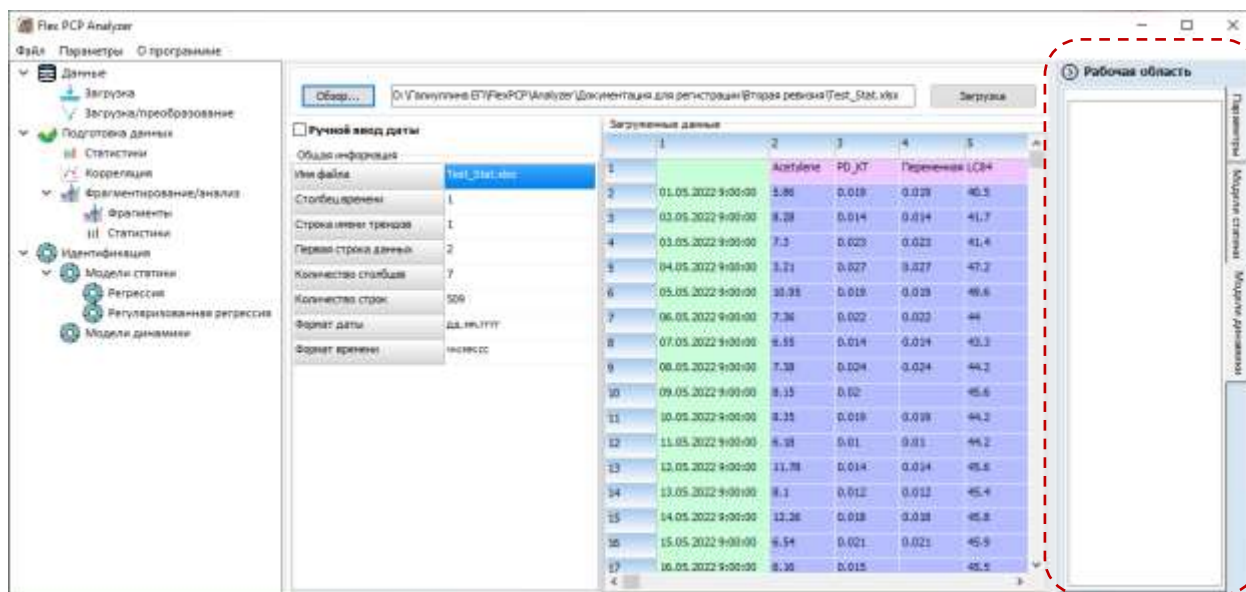


Раскройте окно списка загруженных переменных нажав на кнопку «<>» в верхней правой части экрана (в закрытом окне рабочей области).

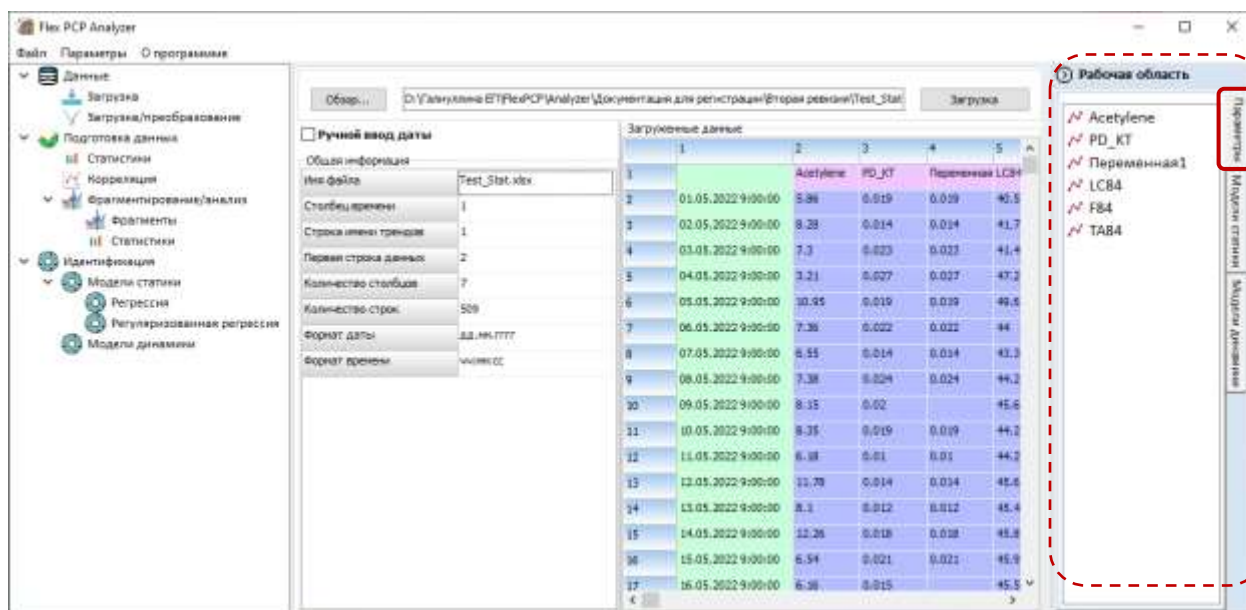




При этом будет открыто окно рабочей области с закладками «Параметры», «Модели статистики» и «Модели динамики».



Выберите вкладку «Параметры» и в окне рабочей области отобразятся все загруженные на предыдущем шаге переменные.



2.2 Первичная обработка данных

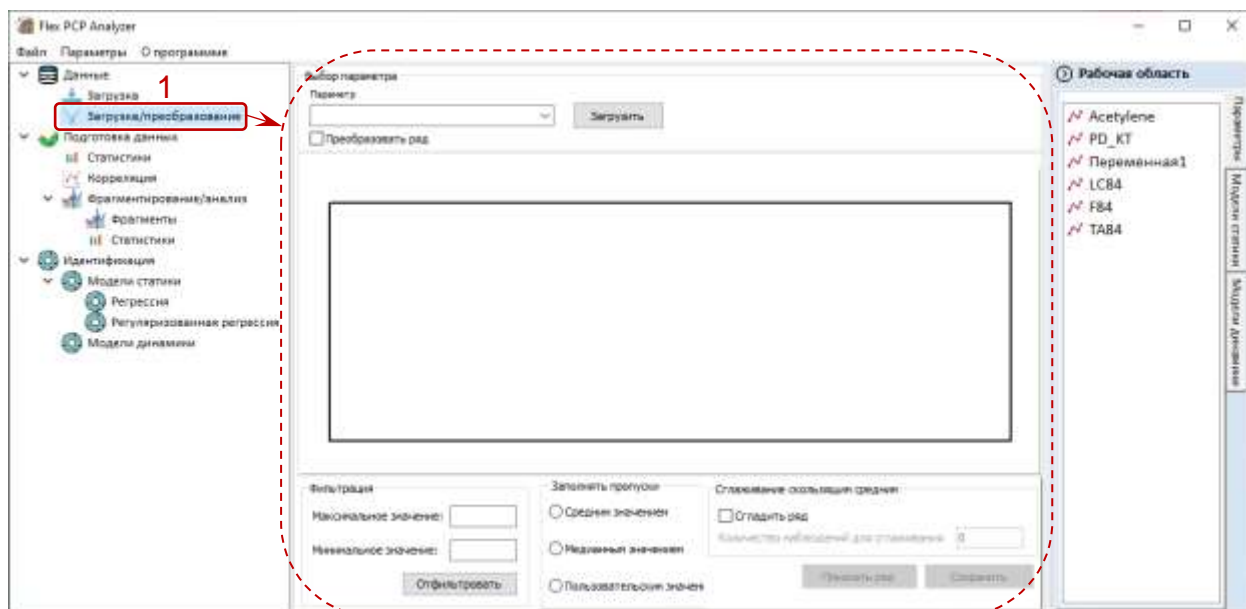
Первичная обработка предназначена для оценки корректности значений загруженных данных, фильтрации их минимальных/максимальных значений,



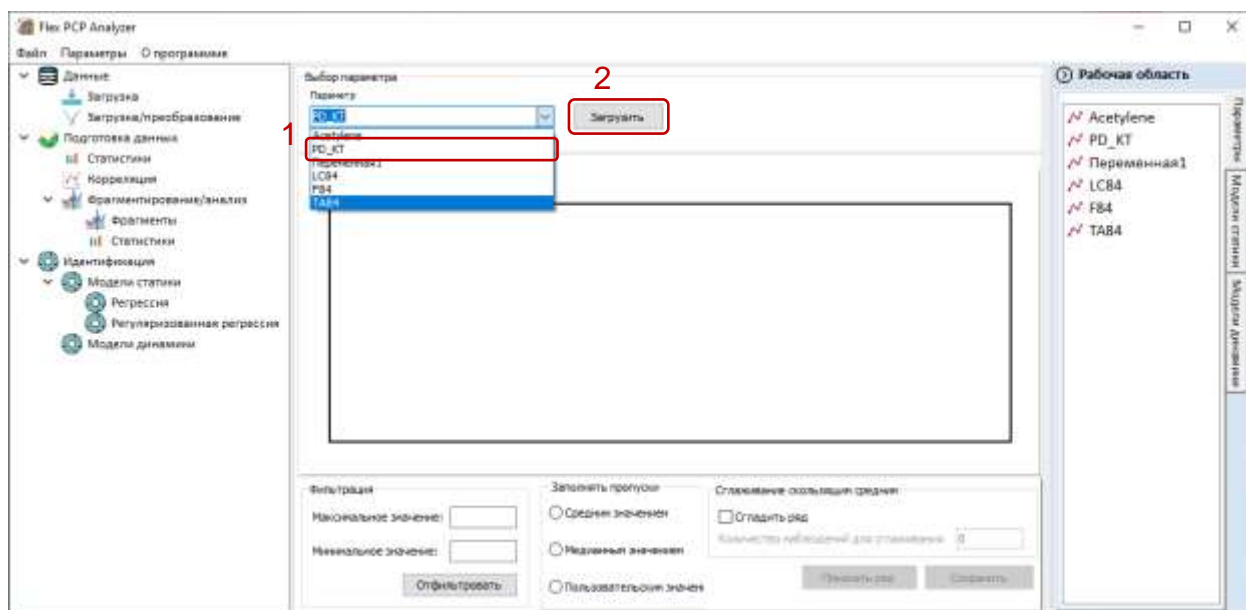
определения точек «вылета» значений, заполнения возможных пропусков данных, а также позволяет получать сглаженные ряды.

Для проведения первичной обработки данных выберите пункт «Загрузка/преобразование» процедуры «Данные» в окне процедур.

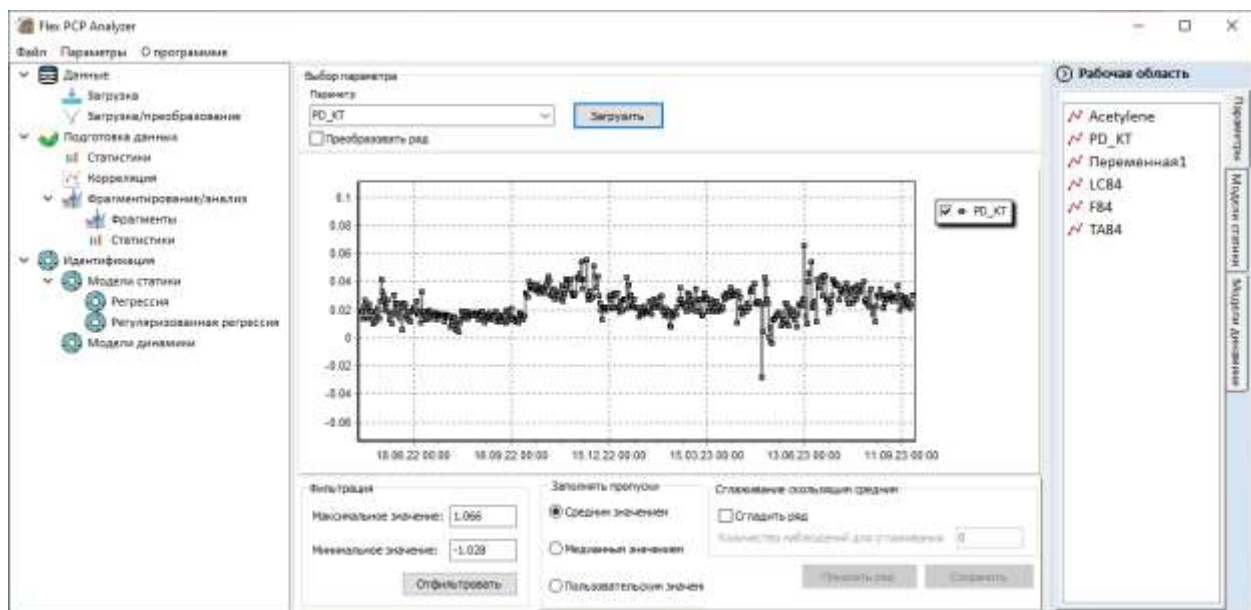
В окне текущей процедуры откроется окно обработки данных.



Раскройте поле «Параметр» рабочей области и выпадающем списке выберите параметр PD_KT. Нажмите кнопку «Загрузить».



В окне текущей процедуры будет выведен график (тренд) параметра PD_KT.



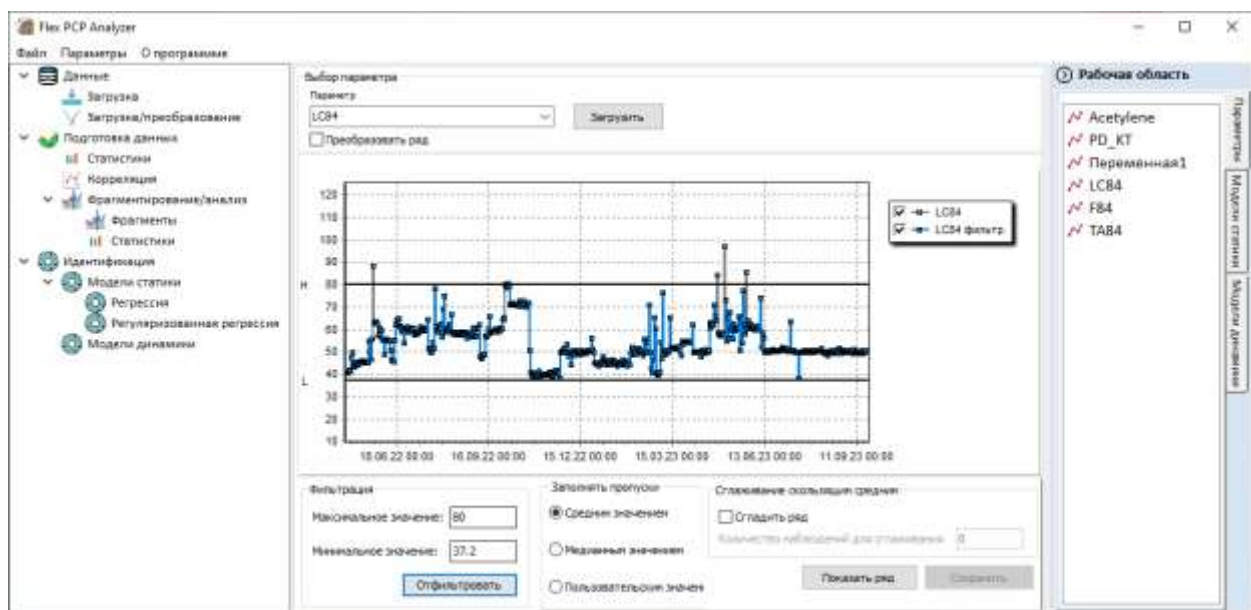
Вновь раскройте поле «Параметр» и выберите параметр LC84. Нажмите кнопку «Загрузить». Теперь в рабочей области выведен тренд параметра LC84 с отметкой границ его изменения.



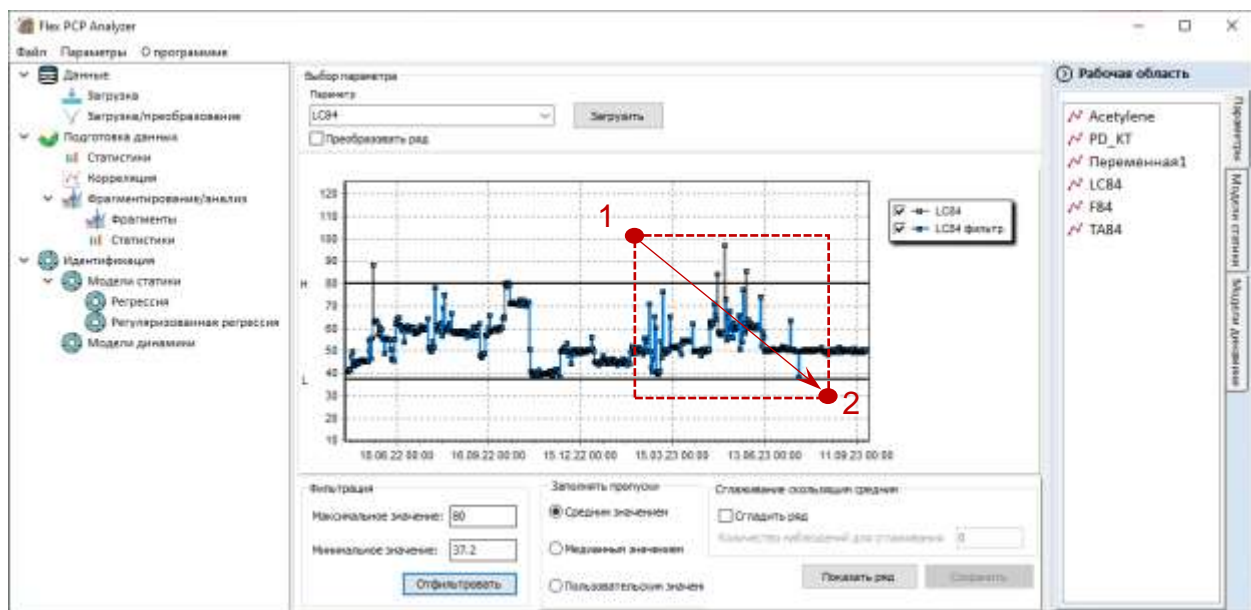
В поле «Фильтрация» в окне «Максимальное значение» введите значение «80» и нажмите «Enter». Теперь линия верхней границы «Н» на графике сместилась в значение 80.



Нажмите на кнопку «Отфильтровать». В легенде справа от поля трендов появится обозначение нового параметра, отфильтрованного по максимальному значению 80,0.



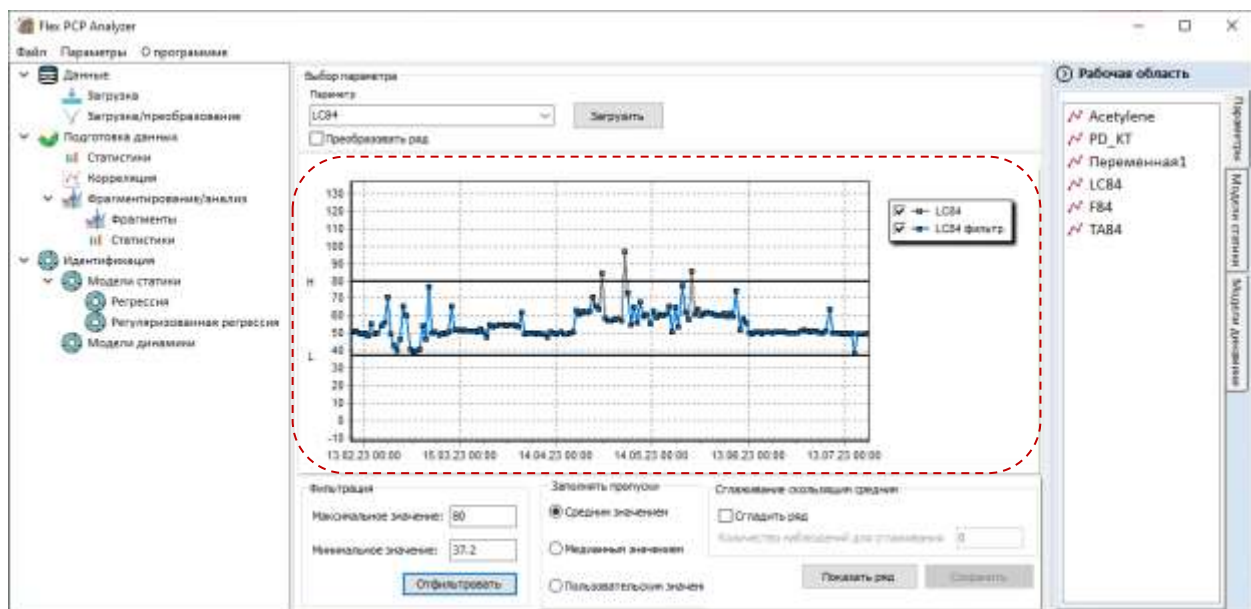
Чтобы детально просмотреть тренды в нужном интервале времени подведите курсор мыши к верхней точке начала рассматриваемого интервала, нажмите ЛКМ и протяните курсор к нижней конечной точке, отпустите ЛКМ.



В окне трендов будет выведен выделенный вами интервал значений параметра.

*Такую процедуру масштабирования можно производить необходимое количество раз.

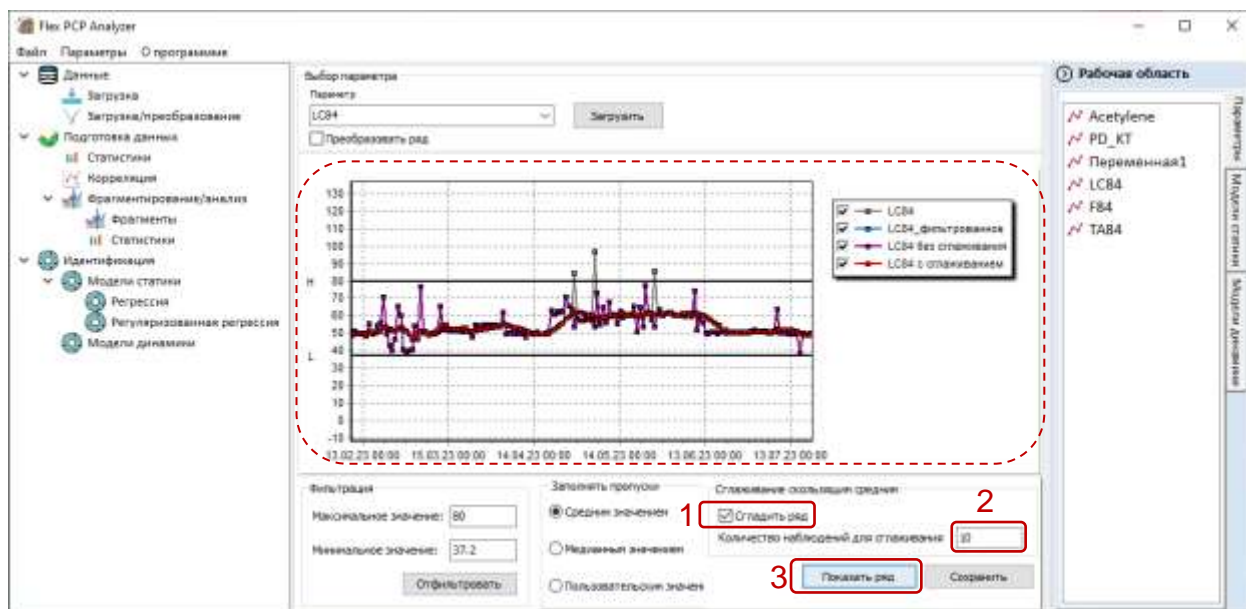
*Графики трендов, представленные на рисунках, могут отличаться в зависимости от конкретных действий пользователя.



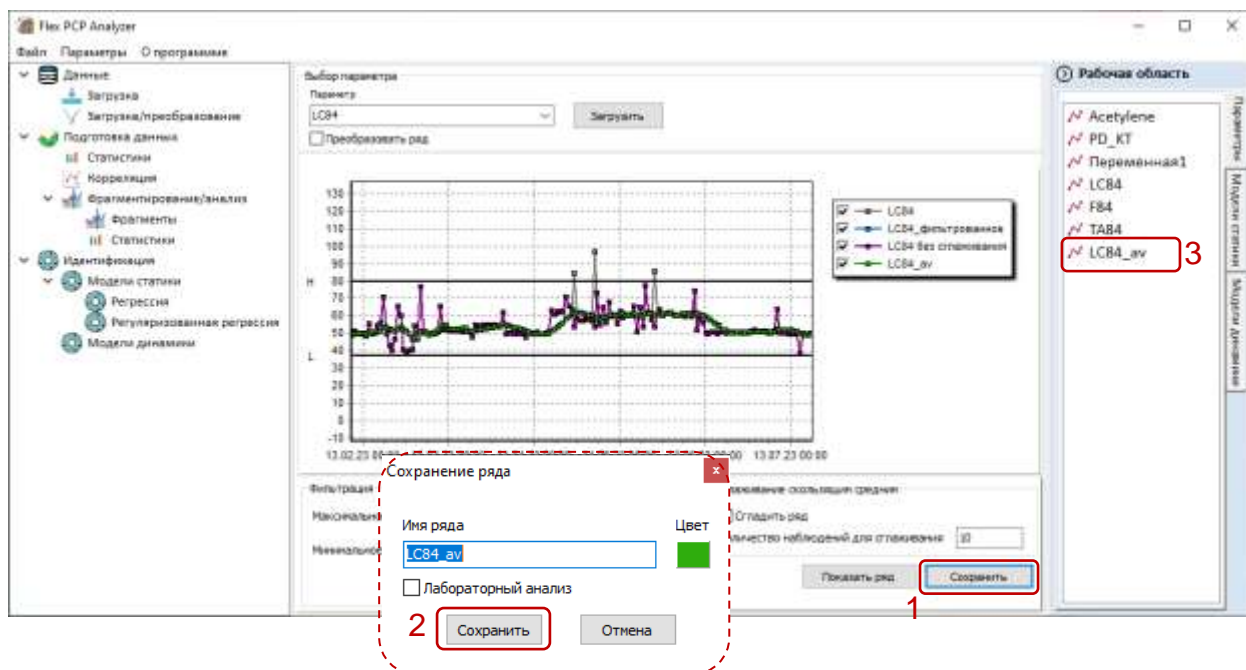


В поле «Сглаживание скользящим средним» выставьте галочку в чекбоксе «Сгладить ряды». В поле «Количество наблюдений для сглаживания» введите «10» и нажмите «Показать ряд».

На график трендов будет добавлен новый график параметра, сглаженный по введенным условиям.



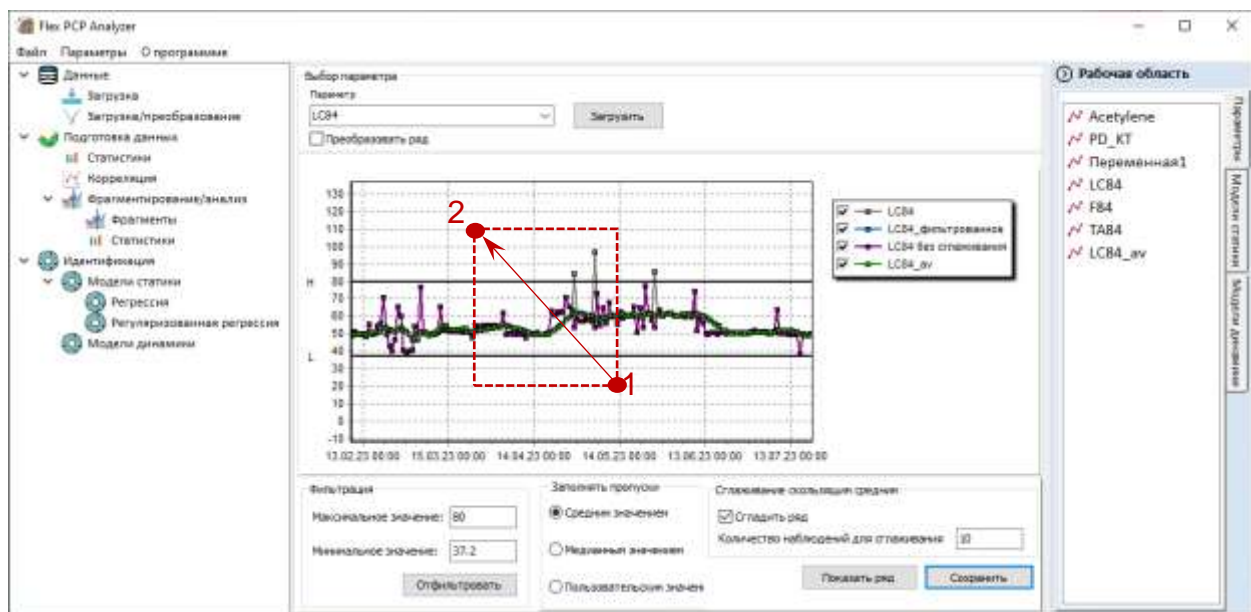
Нажмите на кнопку «Сохранить». В выпадающем окне «Сохранение ряда» нажмите «Сохранить». В окне списка загруженных параметров в рабочей области отобразится имя новой сохраненной переменной.





Чтобы вернуться к исходному масштабу трендов, проделайте процедуру масштабирования в обратном порядке.

Установите курсор мыши в **любом** месте графика, нажмите ЛКМ и перетащите курсор влево и вверх.



Тренды вернутся к исходному загруженному интервалу времени.

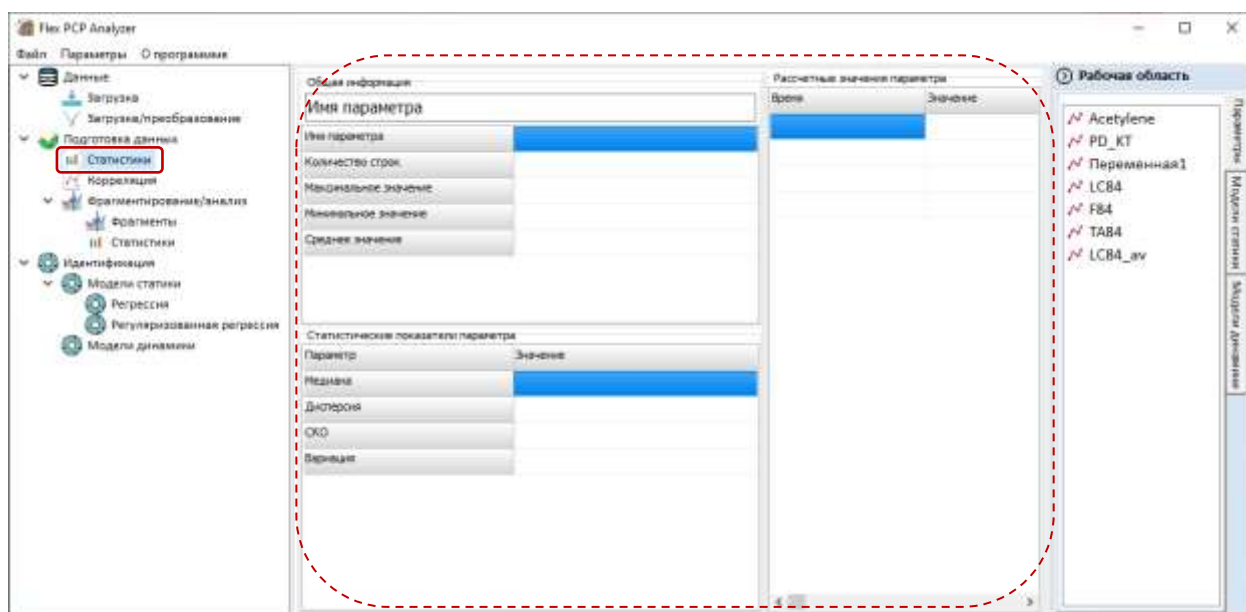




3 Работа с процедурой «Подготовка данных»

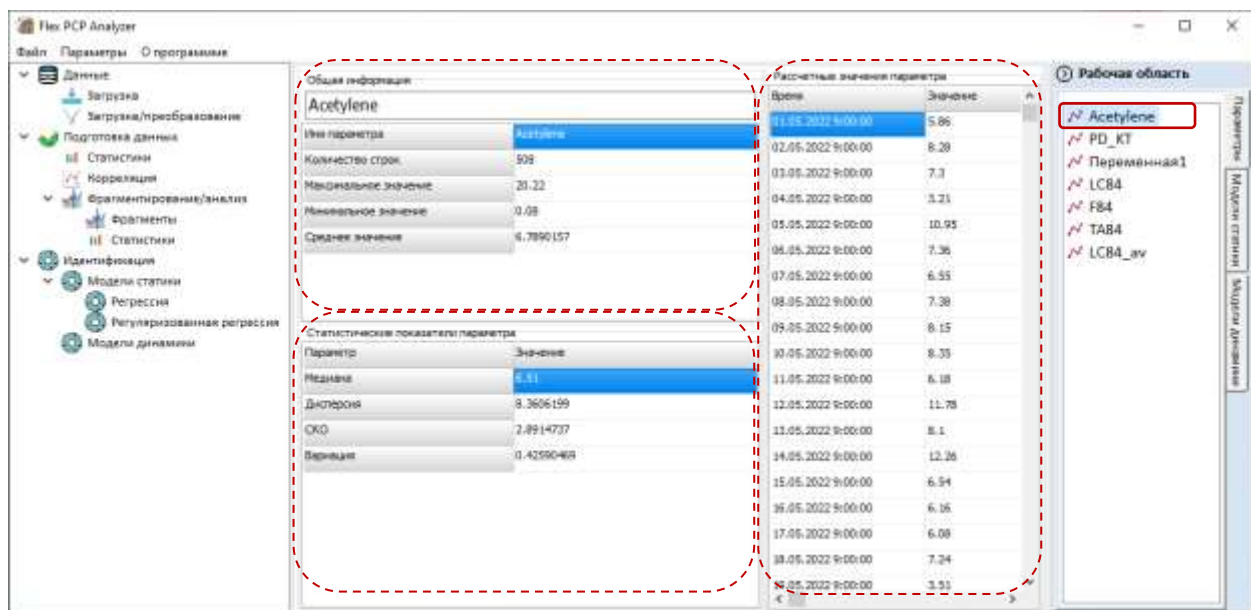
3.1 Просмотр статистик параметров

Для просмотра статистики временных рядов параметров перейдите в раздел «Статистика» процедуры «Подготовка данных». Для этого выберите в окне процедур пункт «Статистики». При этом в окне текущей процедуры отобразится окно статистических данных.



В рабочей области на вкладке «Параметры» двойным нажатием ЛКМ выберите параметр «Acetylene». В окне текущей процедуры будут выведены:

- общая информация о временном ряде выбранного параметра (в левой верхней части окна);
- значения временного ряда параметра (в правой части окна);
- статистики временного ряда (в левой нижней части окна).



3.2 Расчет корреляций

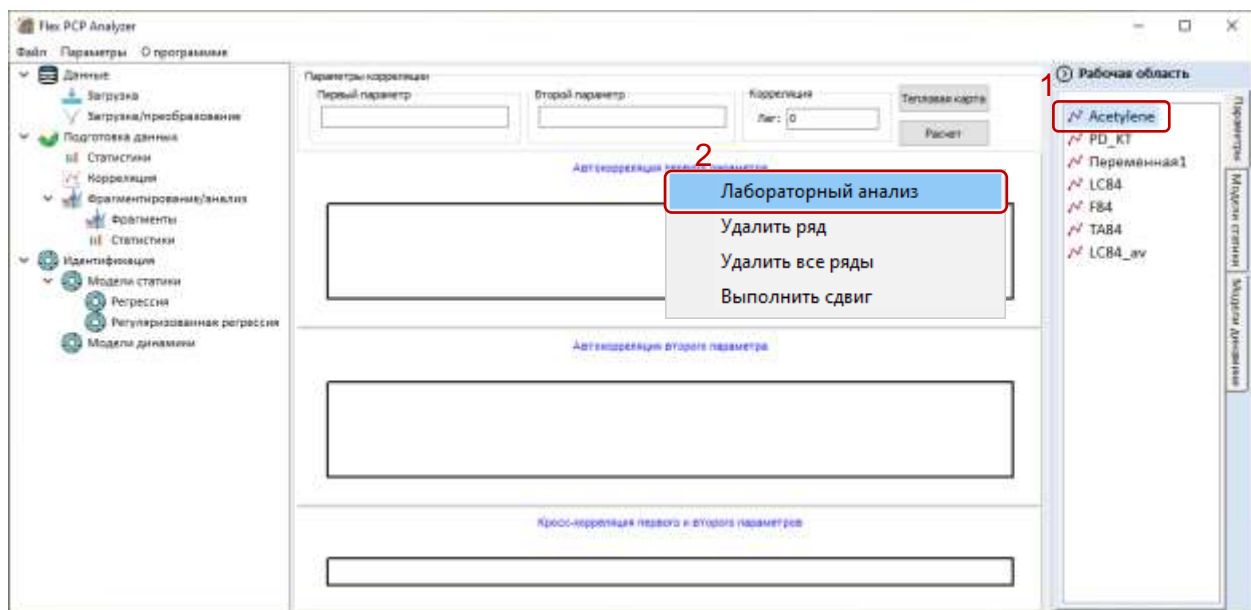
Для проведения расчета корреляции между параметрами перейдите в пункт «Корреляция» процедуры «Подготовка данных».

При выборе пункта «Корреляция» в окне текущей процедуры будет выведено окно расчета корреляции.





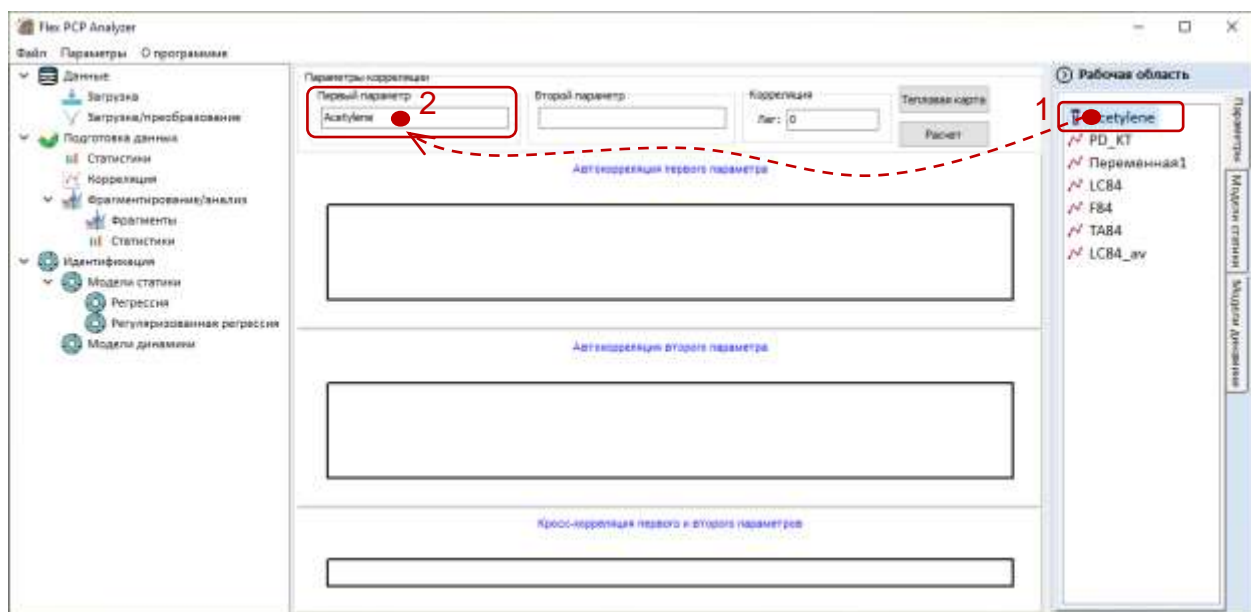
В рабочей области выберите тег «Acetylene», нажмите ПКМ и в выпадающем меню выберите «Лабораторный анализ».



Теперь у параметра «Acetylene» появилась иконка, обозначающая его как лабораторное измерение. Она обозначает выбранный параметр как целевой и помогает пользователю ориентироваться в дальнейшем.



Наведите курсор на параметр «Acetylene» в рабочей области, нажмите ЛКМ и перетащите курсор в окно «Первый параметр» в окне текущей процедуры. В окне «Первый параметр» теперь появилось название выбранного параметра.



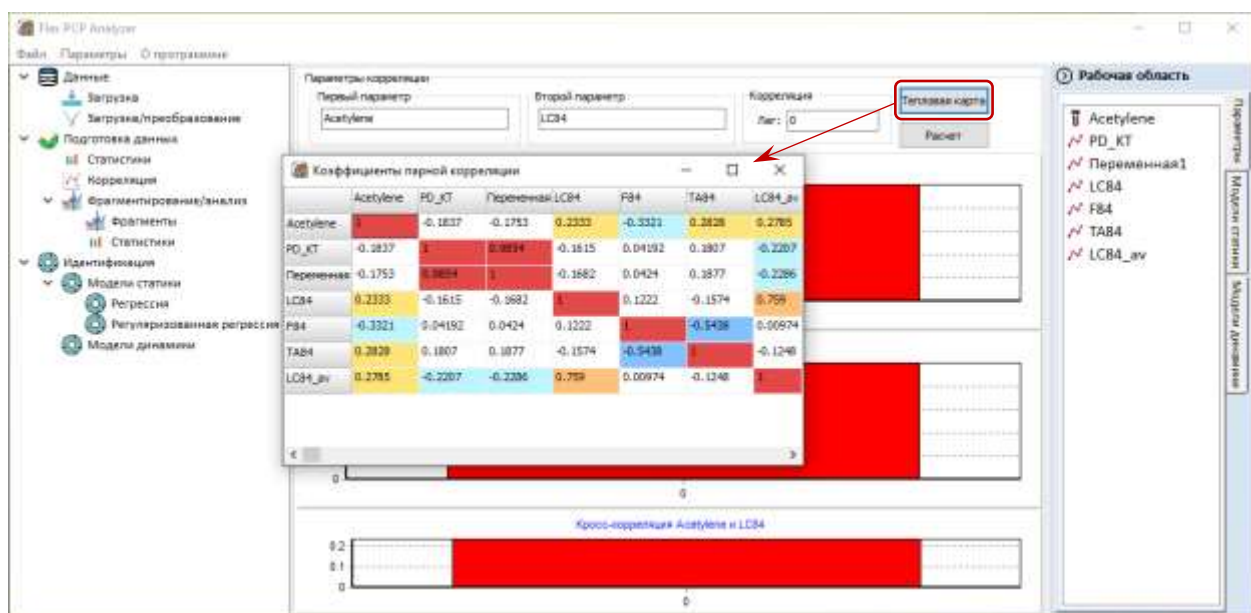
Аналогичным образом «перетащите параметр «LC84» из рабочей области в окно «Второй параметр».



Для расчета корреляции нажмите кнопку «Расчет». В окне текущей процедуры будут отражены рассчитанные коэффициенты корреляции между выбранными параметрами.



Нажмите кнопку «Тепловая карта» и во всплывающем окне будет выведена полная карта коэффициентов корреляции всех загруженных параметров.



Закройте всплывающее окно нажатием на иконку «×».



3.3 Фрагментирование данных

Фрагментирование данных заключается в выделении на общем временном интервале интересующих участков для дальнейшего анализа временного ряда в пределах выделенных временных фрагментов.

Фрагментирование проводится в пункте «Фрагменты» процедуры «Подготовка данных».

Выберите пункт «Фрагменты» в окне процедур, в окне текущей процедуры откроется новое рабочее окно.



Наведите курсор на параметр «Acetylene» в рабочей области, нажмите ЛКМ и перетащите курсор в окно трендов в окне текущей процедуры. Теперь в окне трендов отобразился график выбранного параметра.



4.1.1 Масштабирование графиков

Масштабирование графиков по осям помогает проводить анализ поведения значений переменной во времени, позволяя оценивать значения переменной как в конкретных моментах времени, так и характер изменений на всем временном отрезке в целом.

Нажмите несколько раз на кнопке «Растянуть по X» в верхней части рабочей области. С каждым нажатием на эту кнопку масштаб времени графика будет увеличиваться, отображая при этом все более короткие временные интервалы.

*Следующий рисунок может отличаться от реального и зависит от количества действий пользователя.



Уменьшите масштаб графика с помощью множественных нажатий на кнопку «Сжать по X».



Аналогичные процедуры по изменению масштаба оси значений можно провести с помощью кнопок «Растянуть по Y» и «Сжать по Y».



Чтобы вернуть масштаб осей к исходному, нажмите последовательно кнопки «Автоматический масштаб по X» и «Автоматический масштаб по Y».



4.1.2 Определение временных интервалов




В целях идентификации, а также для анализа поведения переменных во времени, используется разбиение всего временного массива данных на отдельные целевые интервалы.

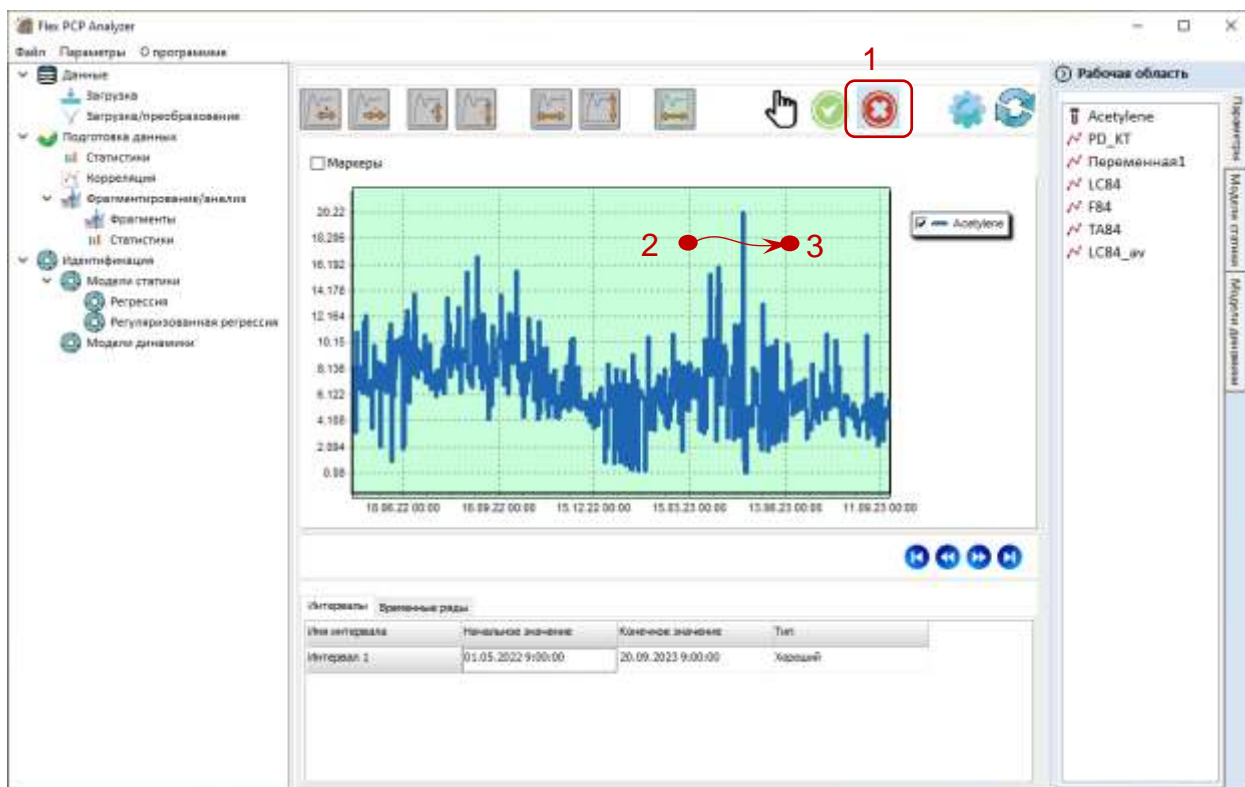
Список интервалов отображается внизу окна текущей процедуры в отдельном окне.



Чтобы определить временной интервал согласно загруженным данным нажмите кнопку «Выбрать полный интервал». Поле графика будет залито зеленым цветом и в список интервалов будет внесен временной интервал, соответствующий загруженным исходным данным выбранного параметра. Интервал будет иметь тип качества «Хороший». Это говорит о том, что все данные этого интервала будут приняты для последующего моделирования.



Для отметки «плохого» интервала, данные которого не будут в дальнейшем использоваться для идентификации, нажмите сначала кнопку  выбора режима «Плохой». Затем подведите курсор мыши к началу определяемого интервала, нажмите ЛКМ и удерживая ее протяните курсор к концу выбираемого интервала. Отпустите ЛКМ. Будет определен новый временной интервал с типом «Плохой». При этом на поле графика участок этого интервала закрасится розовым цветом, а в списке интервалов появится его описание.



Обозначенные временные интервалы будут теперь справедливы для всех параметров.

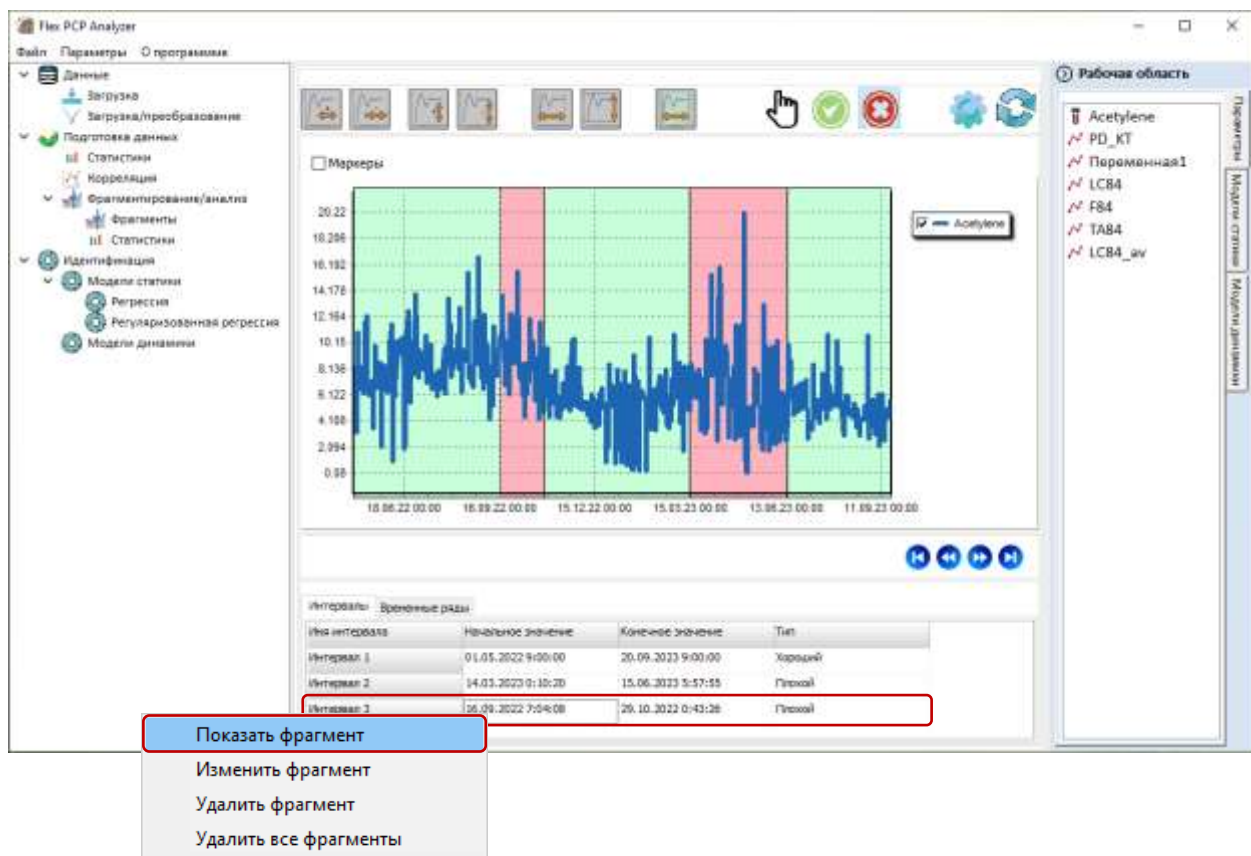


Повторите процедуру определения «плохого» интервала в любом месте графика.



В нижнем окне рабочей области будет добавлен новый интервал – Интервал 3 с типом «Плохой».

Подведите курсор мыши к любой ячейке строки Интервала 3 и нажмите ЛКМ. В выпадающем окне выберите опцию «Показать фрагмент».



В окне трендов график будет отмасштабирован на основании выделенного Интервала 3.





Подведите курсор мыши к любой ячейке строки Интервала 3 и нажмите ЛКМ. В выпадающем окне выберите опцию «Удалить фрагмент».

The screenshot shows the FlexPCP Analyzer interface. The main window displays a line graph of Acetylene concentration over time. The graph area is currently highlighted in red. Below the graph is a table with the following data:

Имя интервала	Начальное значение	Конечное значение	Тип
Интервал 1	01.05.2022 9:00:00	20.09.2022 9:00:00	Хороший
Интервал 2	04.03.2023 0:10:20	15.06.2023 5:57:55	Плохой
Интервал 3	06.09.2022 7:04:08	29.10.2022 0:43:28	Плохой

A context menu is open over the 'Интервал 3' row, with the following options:


- Показать фрагмент
- Изменить фрагмент
- Удалить фрагмент**
- Удалить все фрагменты

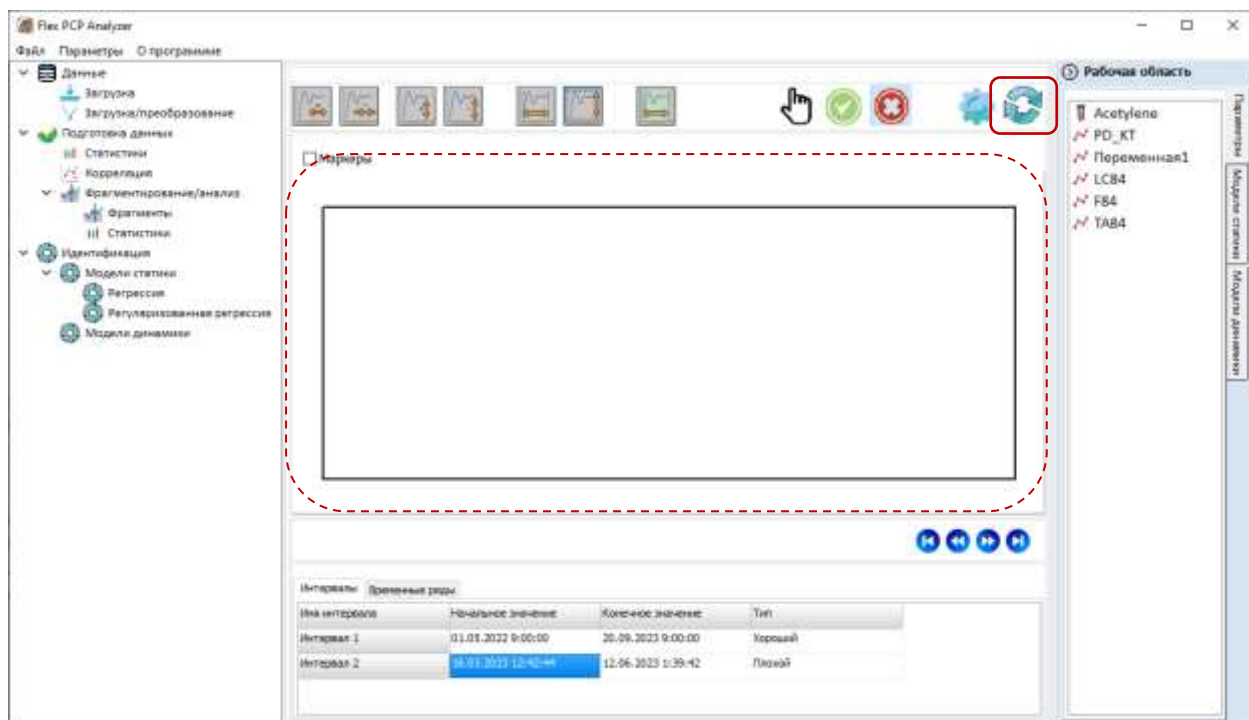
Поле графика станет зеленым, а в таблице интервалов строка с указанным интервалом будет удалена.



Нажатием на кнопки «Автоматический масштаб по X» и «Автоматический масштаб по Y» верните окно трендов к отображению исходного временного интервала.



Нажмите кнопку «Очистка графиков» , окно вывода графиков будет очищено.



Выберите в рабочей области тег «Acetylene», нажмите ЛКМ и не отпуская перетащите курсор на поле графика, отпустите ЛКМ. В поле графика отобразится временной ряд выбранного параметра.



Аналогично перенесите на график все другие параметры из списка.



*Цвет графиков выбирается случайным образом и может отличаться от представленного ниже.



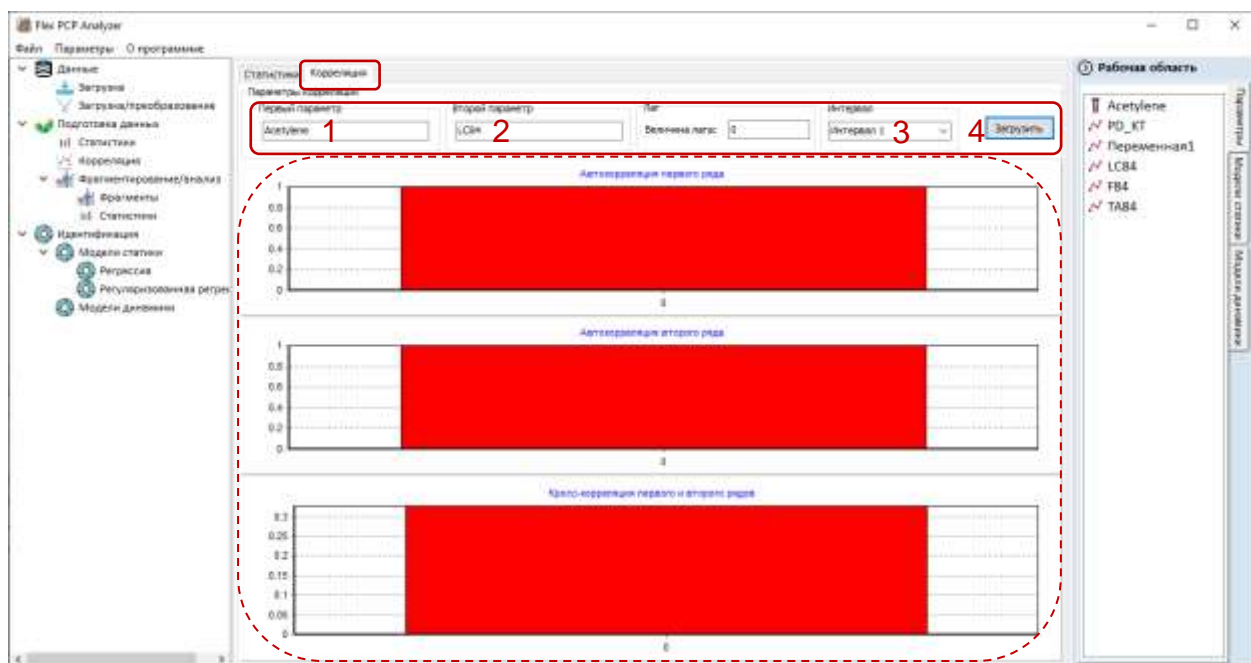
Для всех введенных интервалов программа оценивает значения статистик и рассчитывает корреляцию между всеми параметрами.

Для просмотра результатов отдельных интервалов перейдите в пункт «Статистики» процедуры «Фрагментирование/анализ». В окне текущей процедуры будет выведено новое окно с закладками «Корреляция» и «Статистики».



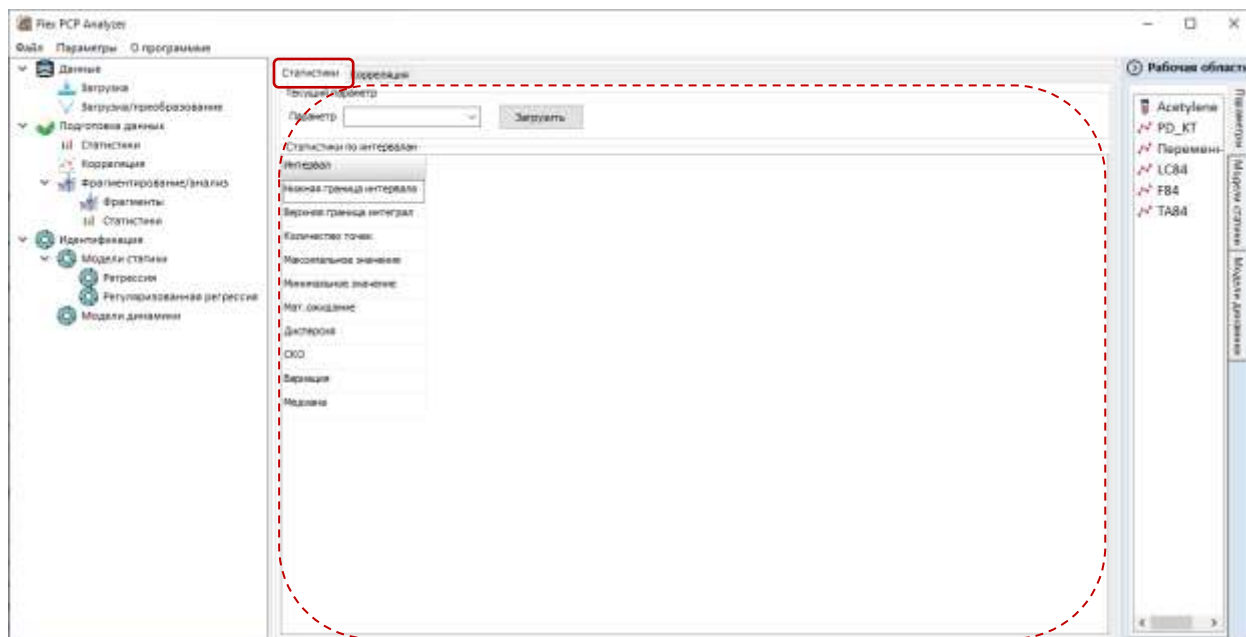
На вкладке «Корреляция» заполните окна «Первый параметр» и «Второй параметр» перетаскиванием параметров из списка в правом окне как было показано ранее (в примере использованы параметры «Acetylene» и «LC84»).

В поле «Интервал» из выпадающего списка выберите Интервал1. Нажмите кнопку «Загрузить». В окне будут выведены рассчитанные коэффициенты корреляции для указанных параметров на выбранном интервале.

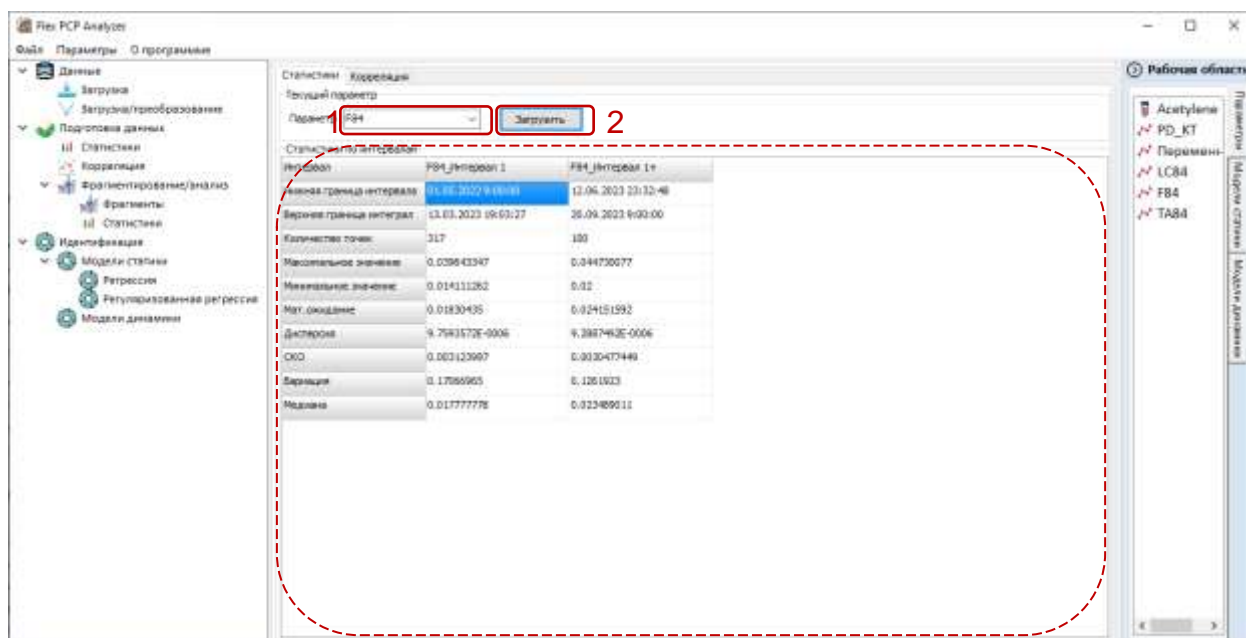




Перейдите на вкладку «Статистики».



В окне «Ряд» из выпадающего меню выберите параметр F84 и нажмите кнопку «Загрузить». В окне «Статистики по интервалам» в рабочей области отобразятся рассчитанные статистики для выбранного параметра и для всех интервалов, определенных ранее.





4 Работа с процедурой «Идентификация»

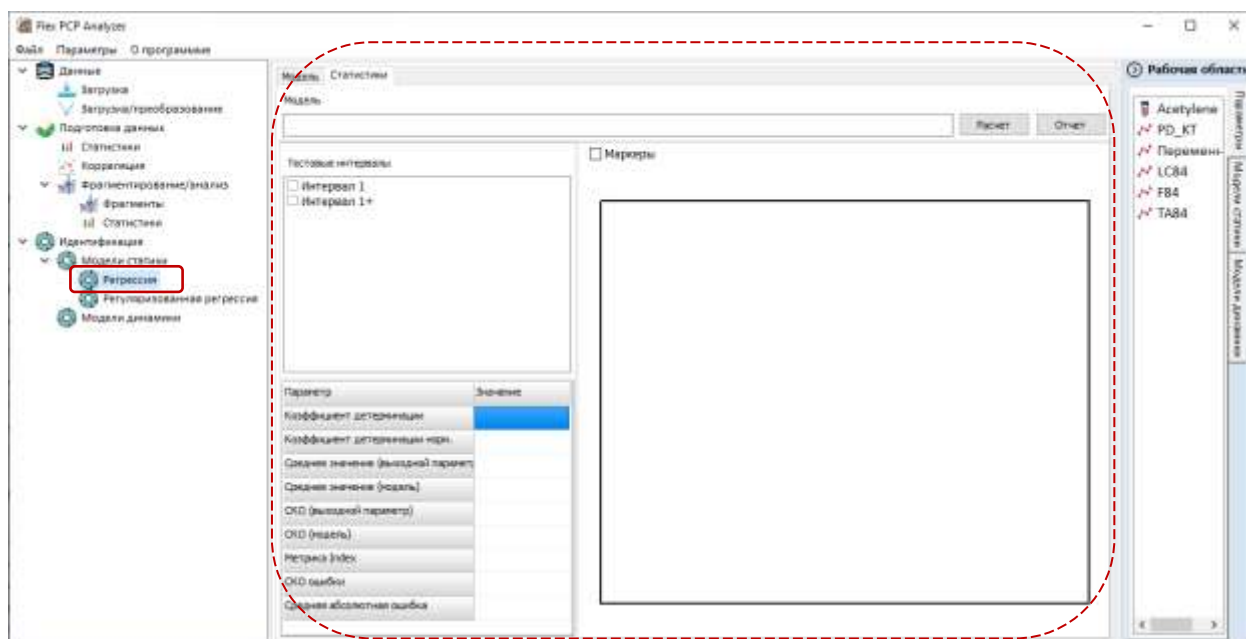
Работа с процедурой идентификации представлена двумя опциями – идентификация моделей статики в пункте «Модели статики» и идентификация моделей динамики в пункте «Модели динамики».

4.1 Идентификация моделей статики

Идентификация моделей статики в программе FlexPCP А представлена двумя видами расчетов – регрессия и регуляризованная регрессия.

4.1.1 Регрессия

Для расчета регрессии перейдите в раздел «Регрессия» процедуры «Идентификация»→«Модели статики». Для этого выберите в окне процедур пункт «Регрессия». При этом в окне текущей процедуры отобразится окно с двумя вкладками – «Модель» и «Статистики».



Перейдите на вкладку «Модель».

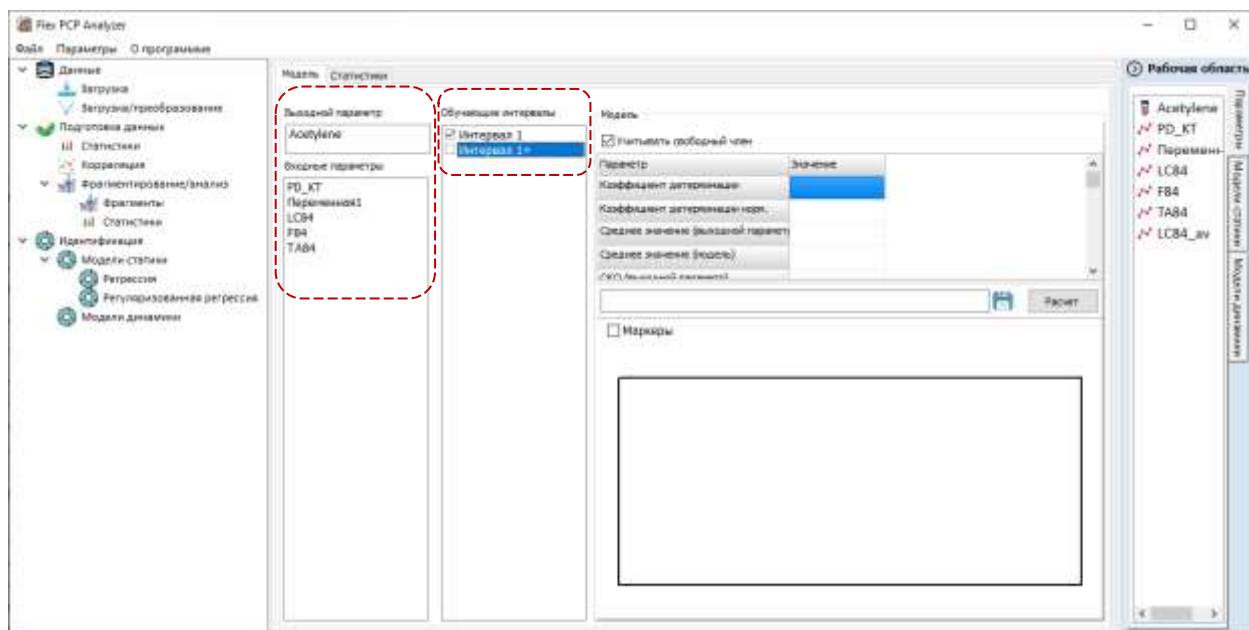
В окно «Выходной параметр» перетащите параметр «Acetylene» из окна списка параметров в правой области экрана. (Процедура перетаскивания была описана выше).



В окно «Входные параметры» поочередно перетащите все остальные параметры из списка кроме «LC84_av».

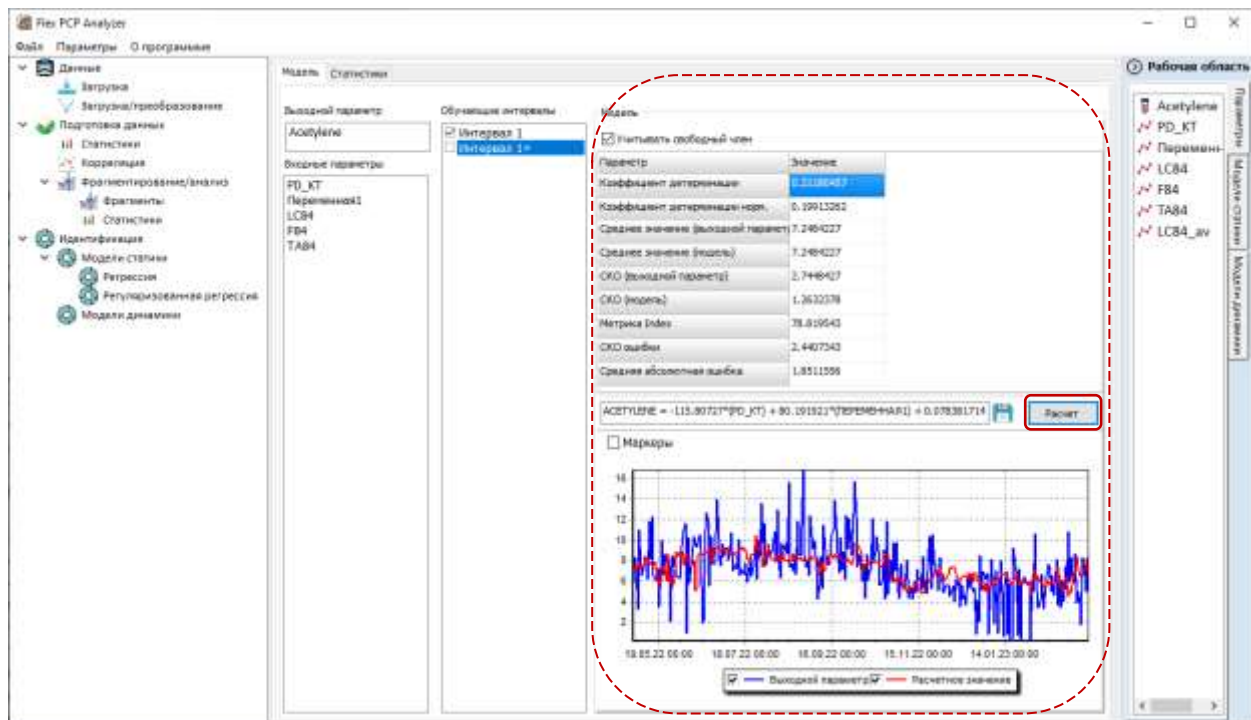
В окне «Обучающие интервалы» оставьте галочку только в чекбоксе «Интервал 1».

В результате рабочая область будет выглядеть следующим образом.

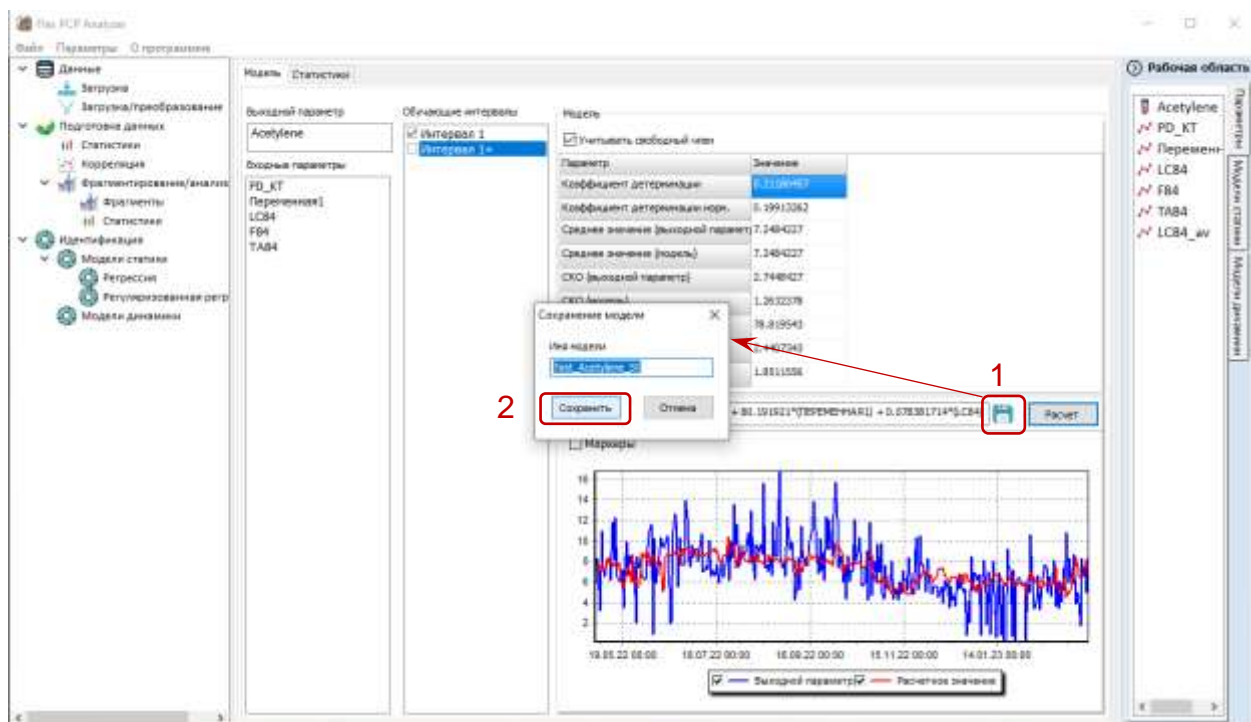


Нажмите на кнопку «Расчет». В окне «Модель» будет выведен расчет модели регрессии при заданных исходных данных.

*При необходимости «раздвиньте» границы отображаемых областей с помощью стандартных контекстных стрелок.

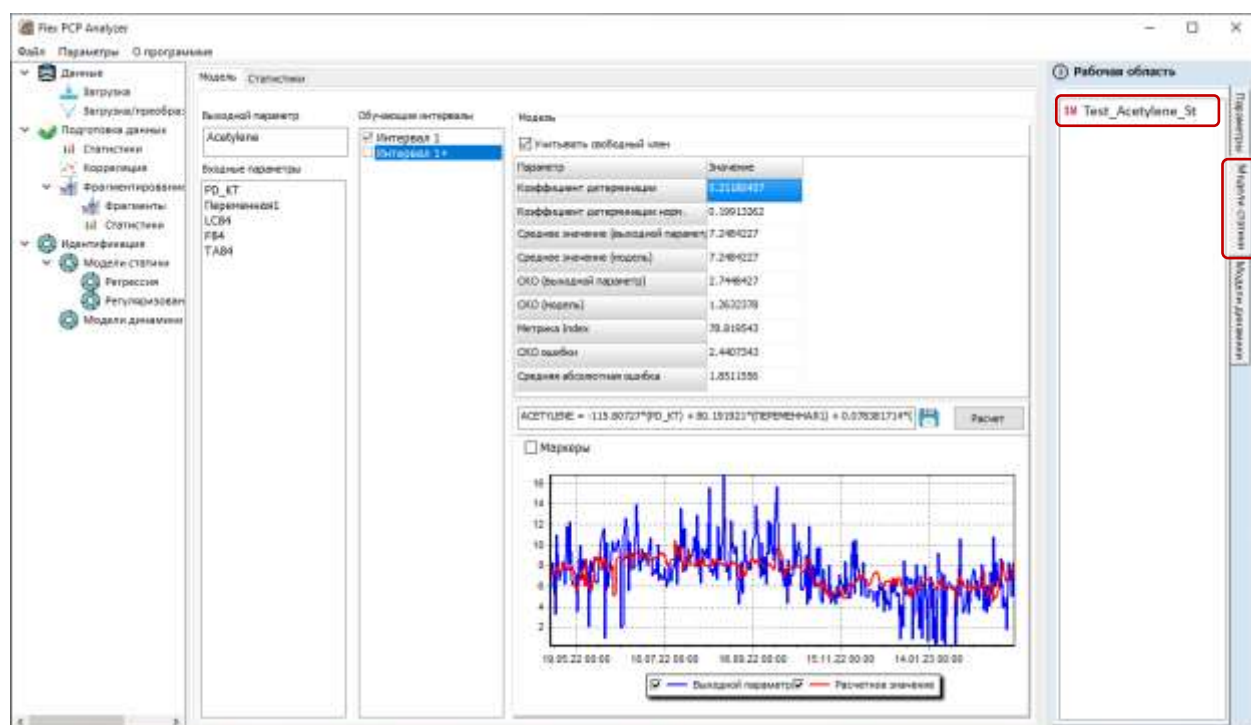


Нажмите на иконку с изображением дискеты рядом с кнопкой «Расчет» и в открывшемся окне сохранения модели введите имя полученной модели «Test_Acetylene_St», нажмите кнопку «Сохранить».



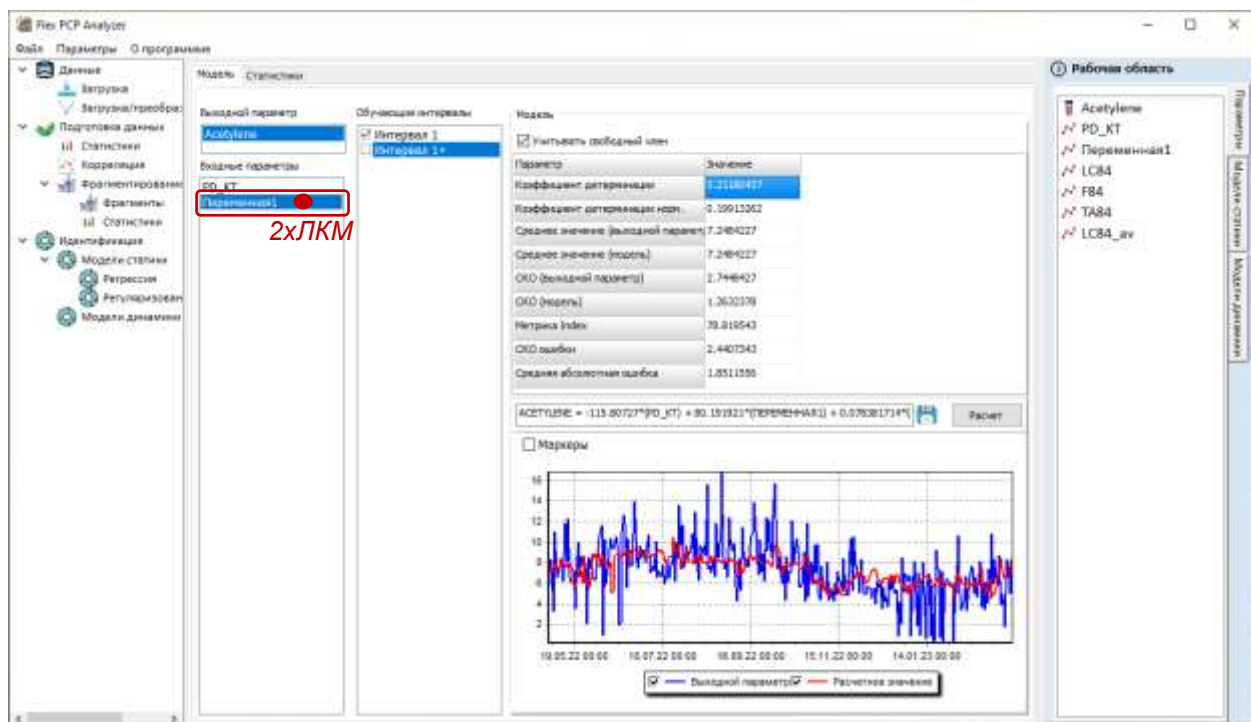


В рабочей области перейдите на вкладку «Модели статике». Теперь на этой вкладке в рабочей области отображается сохраненная модель.

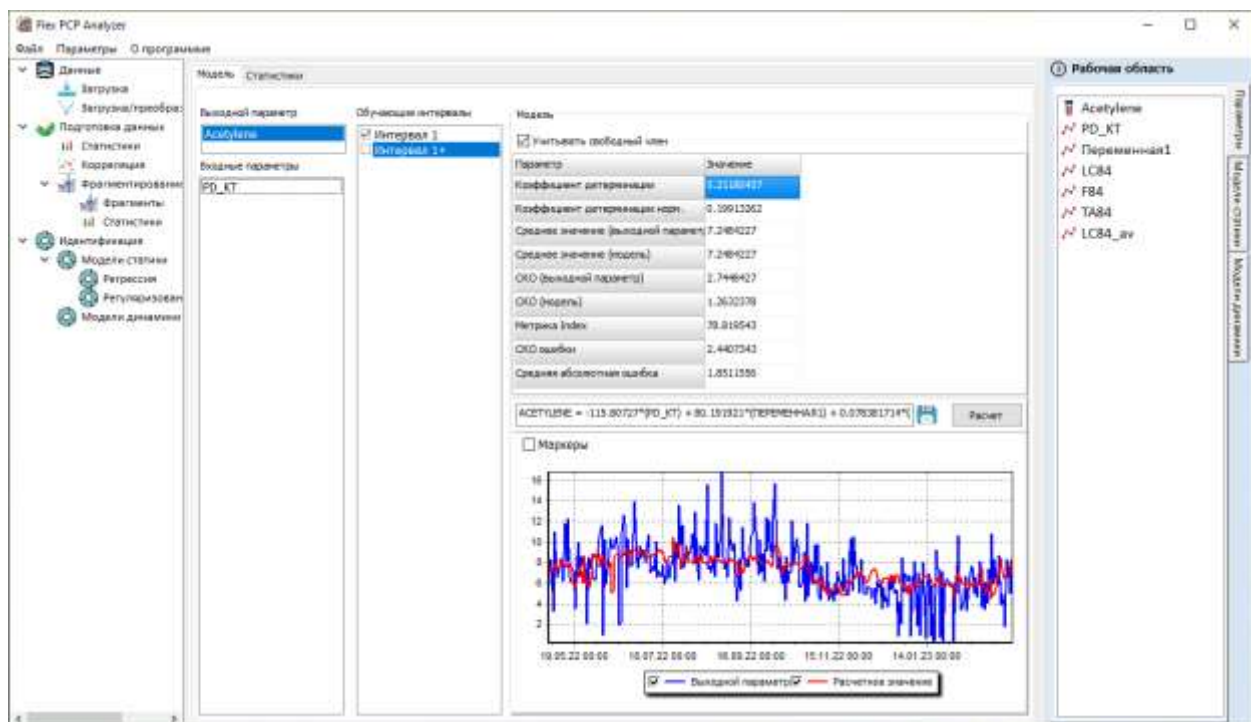


В окне текущей процедуры в области «Входные параметры» наведите курсор на любой параметр и двойным нажатием ЛКМ удалите его из списка.

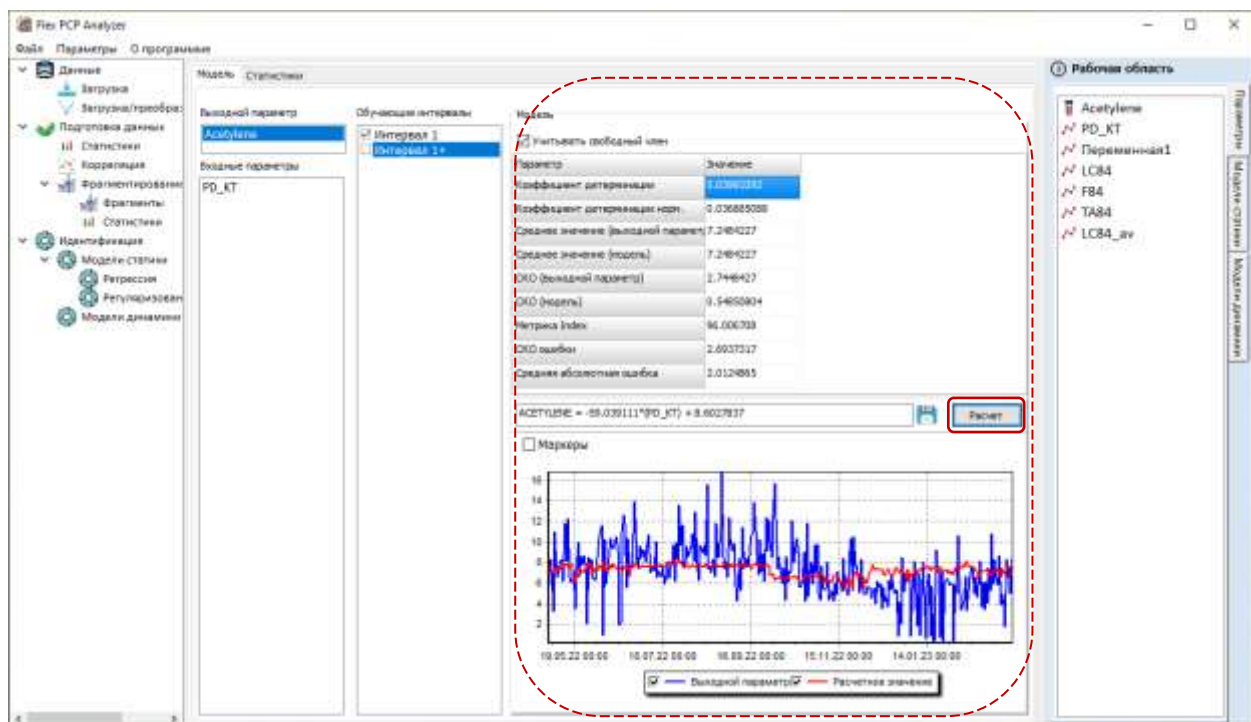
* При наведении курсора на параметр во всплывающем окне указывается подсказка по действиям добавления и удаления параметров из списка.



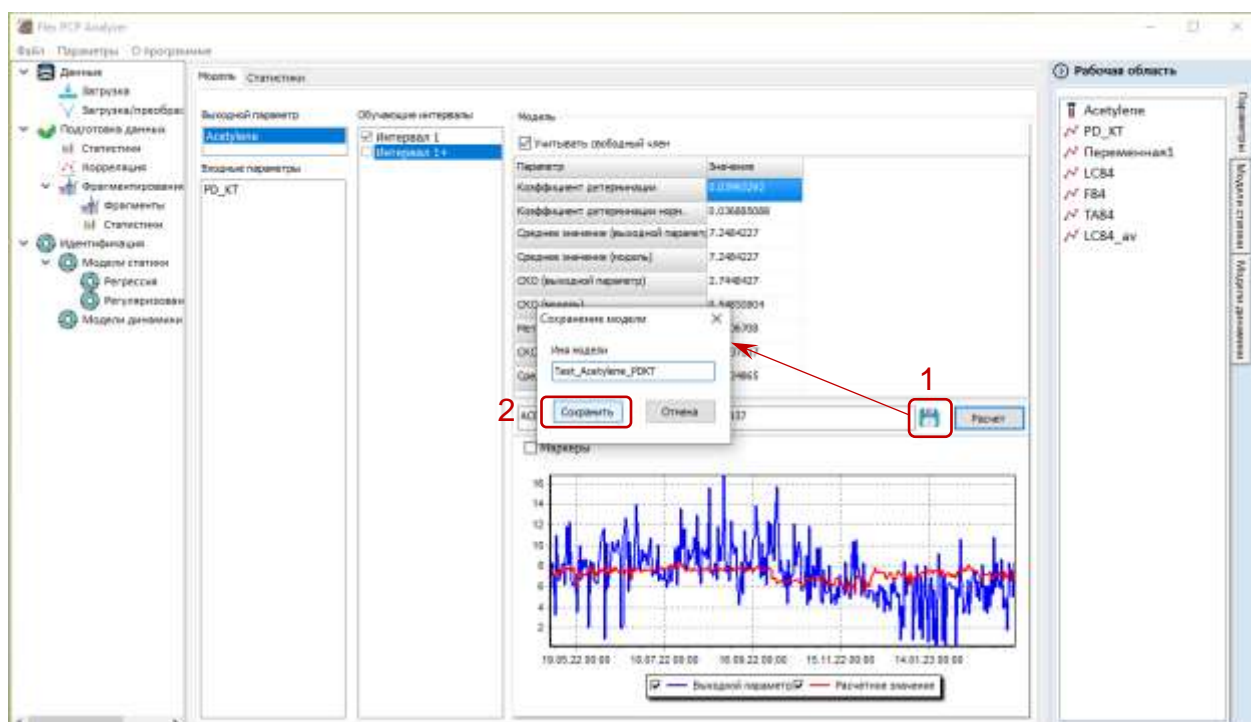
Удалите описанным способом все параметры кроме PD_KT.



Нажмите на кнопку «Расчет». Теперь в окне «Модель» будет выведен расчет модели регрессии для выходного параметра Acetylene при входном параметре PD_KT.

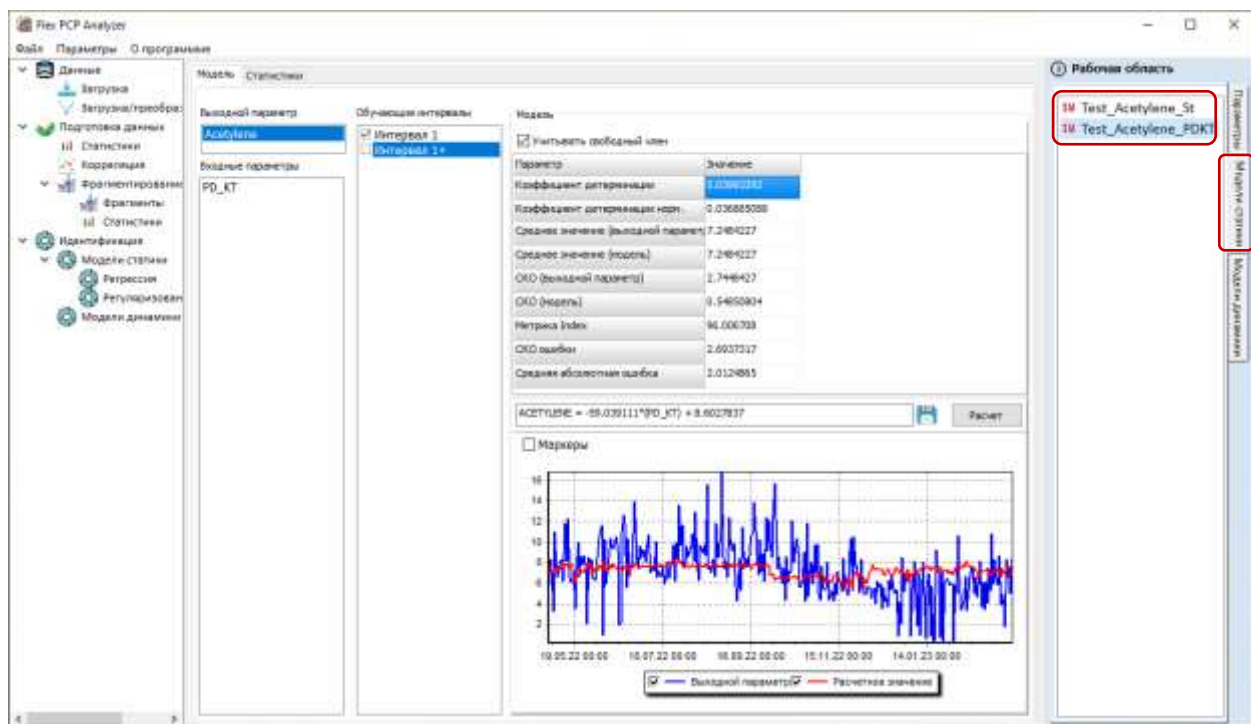


Вновь нажмите на иконку с изображением дискеты рядом с кнопкой «Расчет» и в открывшемся окне сохранения модели введите имя модели «Test_Acetylene_PDKT», нажмите кнопку «Сохранить».

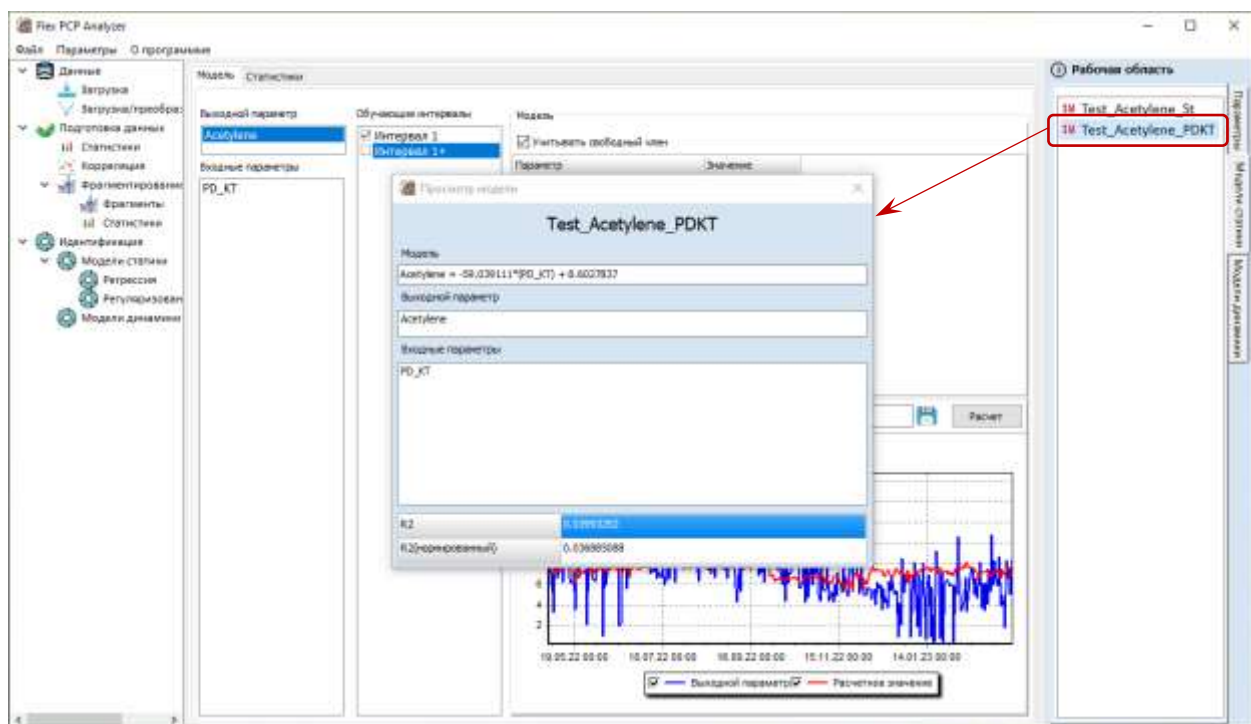




В рабочей области на вкладке «Модели статики» теперь добавилась вторая модель «Test_Acetylene_PDKT».



Наведите курсор на модель «Test_Acetylene_PDKT» и двойным нажатием ЛКМ откройте окно «Просмотр модели» в котором выводятся основные характеристики указанной модели.



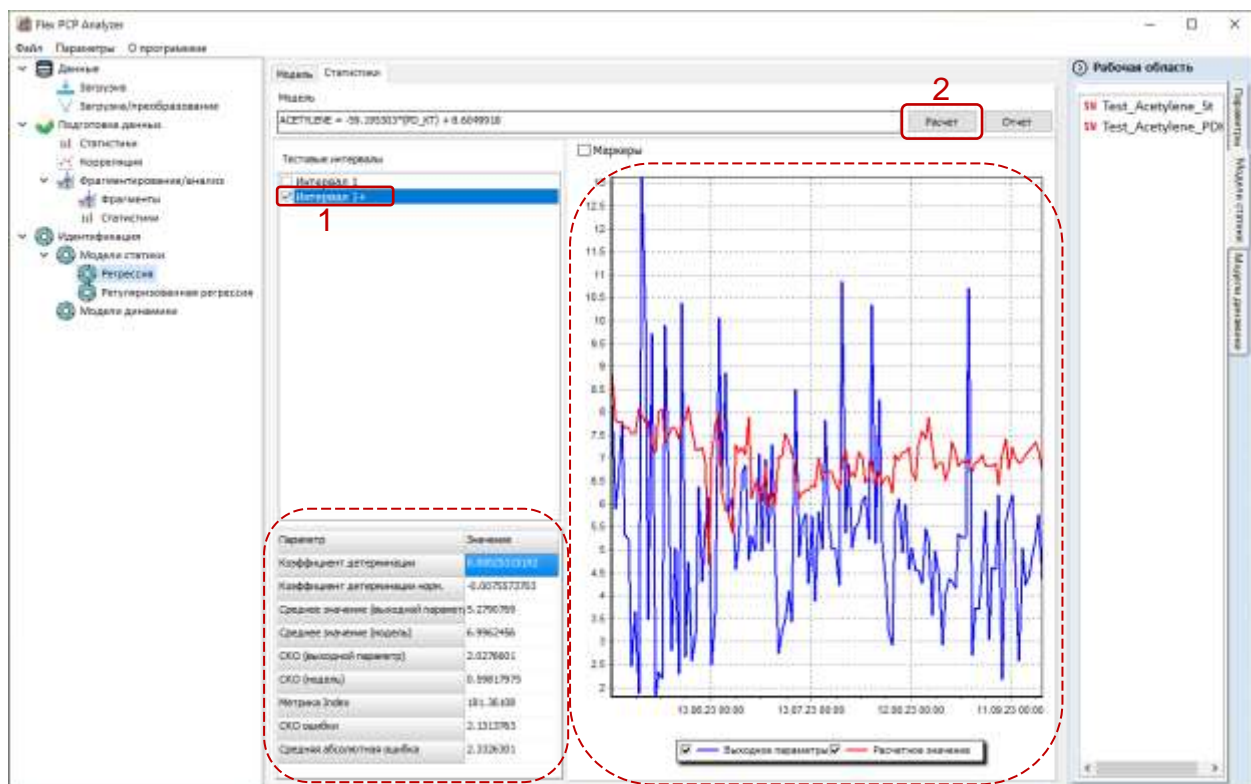


Закройте всплывающее окно нажатием на иконку «X».

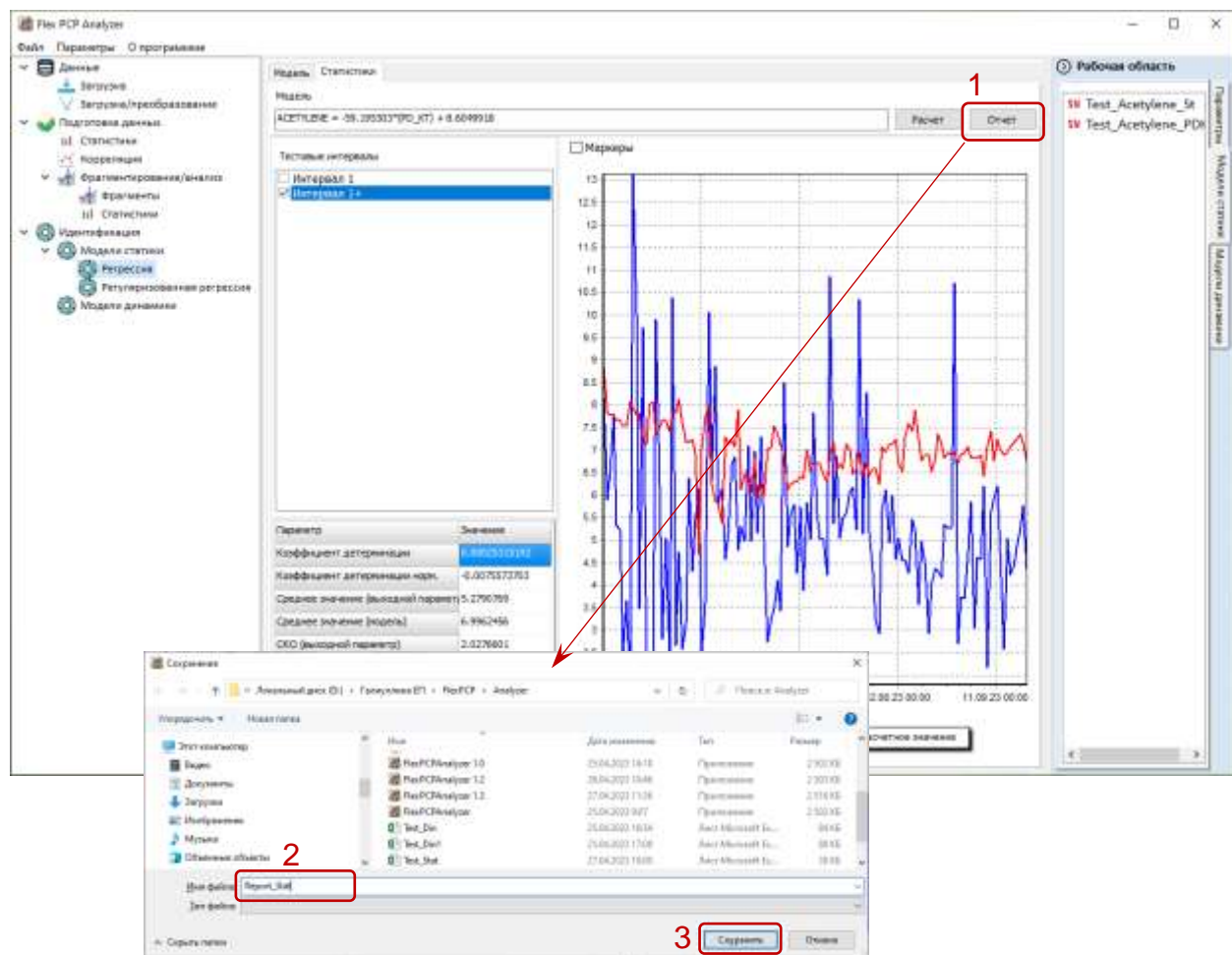
Перейдите на вкладку «Статистики».

В поле «Тестовые интервалы» выставьте галочку в чекбоксе «Интервал 1+» и нажмите кнопку «Расчет». В рабочей области будут выведены наложенные графики исходных данных выходного параметра и значения, рассчитанного по полученной модели. Так же в нижней левой части будут выведены рассчитанные статистики полученного по модели расчетного значения параметра.

* Численные значения рассчитанных параметров могут отличаться, так как зависят от предыдущих действий пользователя (определение временных интервалов и пр.).



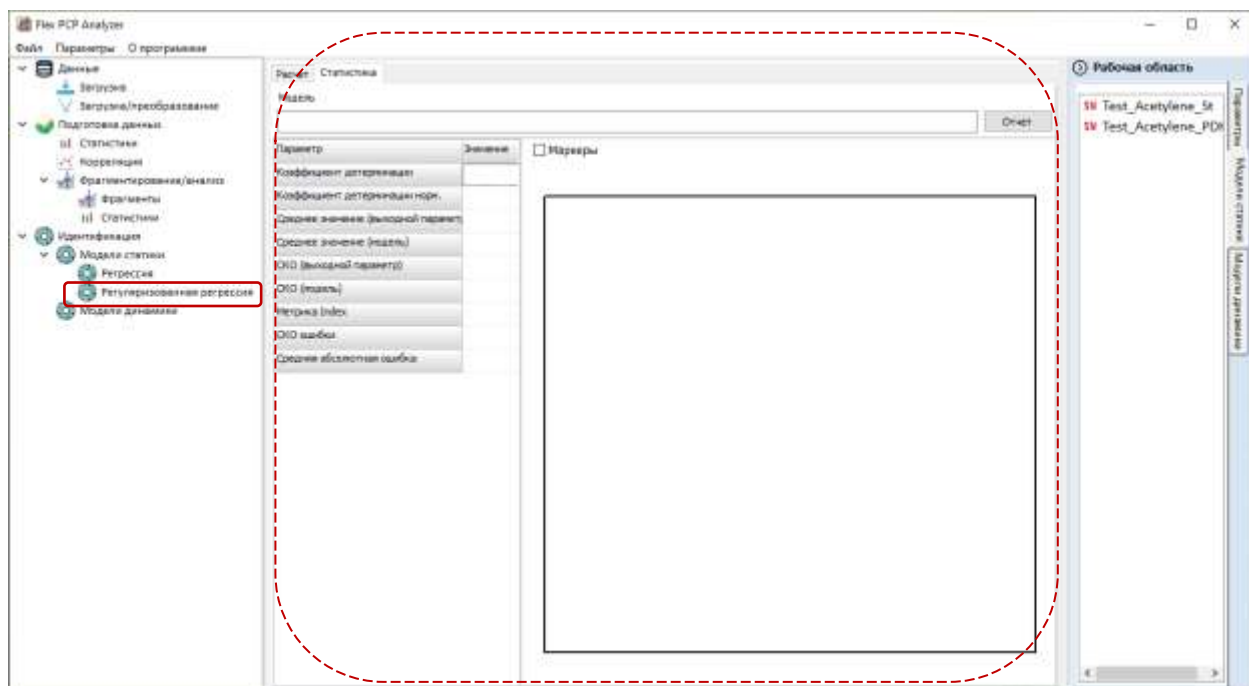
Для сохранения полученных результатов в отдельный файл, нажмите кнопку «Отчет», и в открывшемся окне браузера задайте имя сохраняемого файла «Report_Stat» и нажмите кнопку «Сохранить». Теперь результаты идентификации сохранены в указанном файле и доступны без использования программы FlexPCP Analyzer.



4.1.2 Регуляризованная регрессия

Для идентификации модели статистики методом регуляризованной регрессии перейдите в пункт «Регуляризованная регрессия» процедуры «Идентификация» → «Модели статистики».

Для этого выберите в окне процедур пункт «Регуляризованная регрессия». При этом в окне текущей процедуры отобразится окно с двумя вкладками – «Расчет» и «Статистика».



В рабочей области перейдите на вкладку «Параметры».

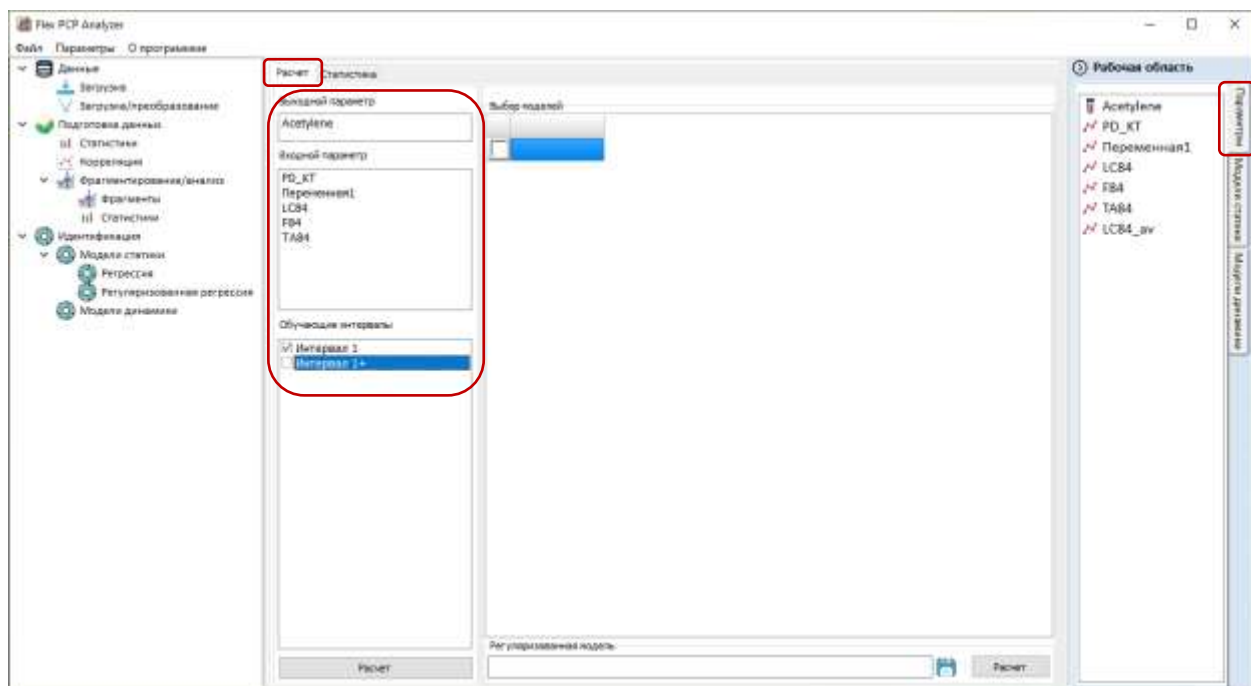
В окне текущей процедуры перейдите на вкладку «Расчет».

В окно «Выходной параметр» перетащите параметр «Acetylene» из рабочей области в правой области экрана. (Процедура перетаскивания была описана выше).

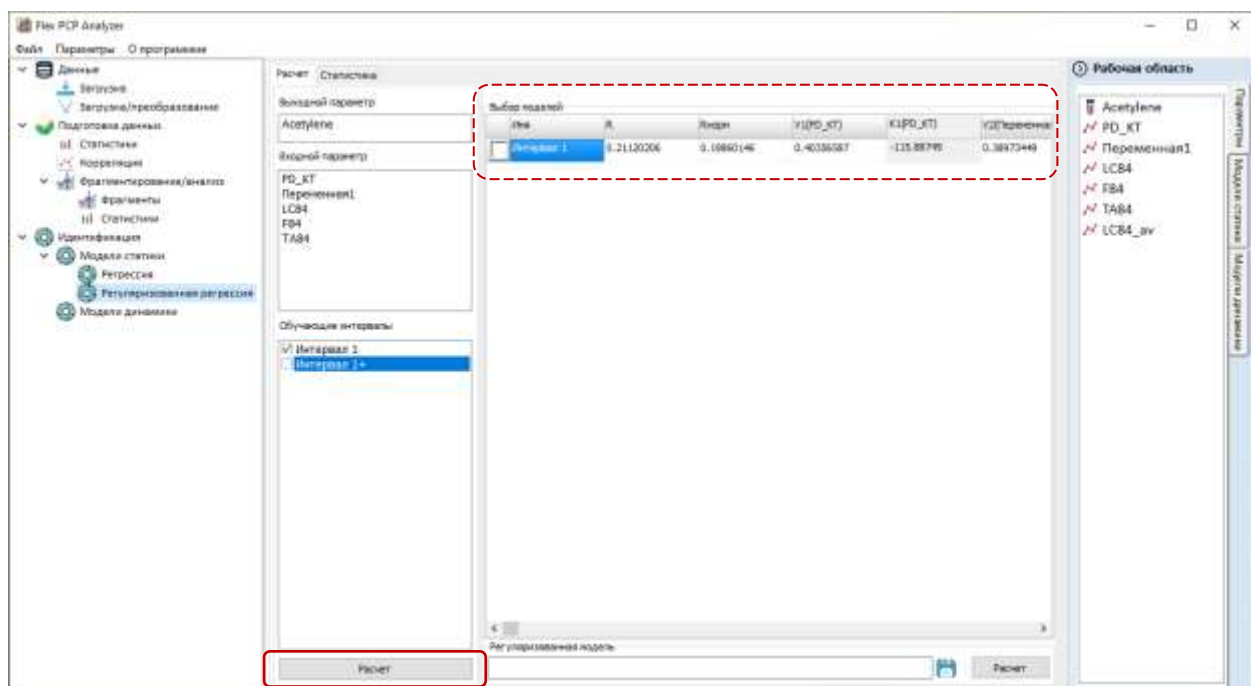
В окно «Входные параметры» поочередно перетащите все остальные параметры из списка кроме «LC84_av».

В окне «Обучающие интервалы» оставьте галочку только в чекбоксе «Интервал 1».

В результате рабочая область будет выглядеть следующим образом.



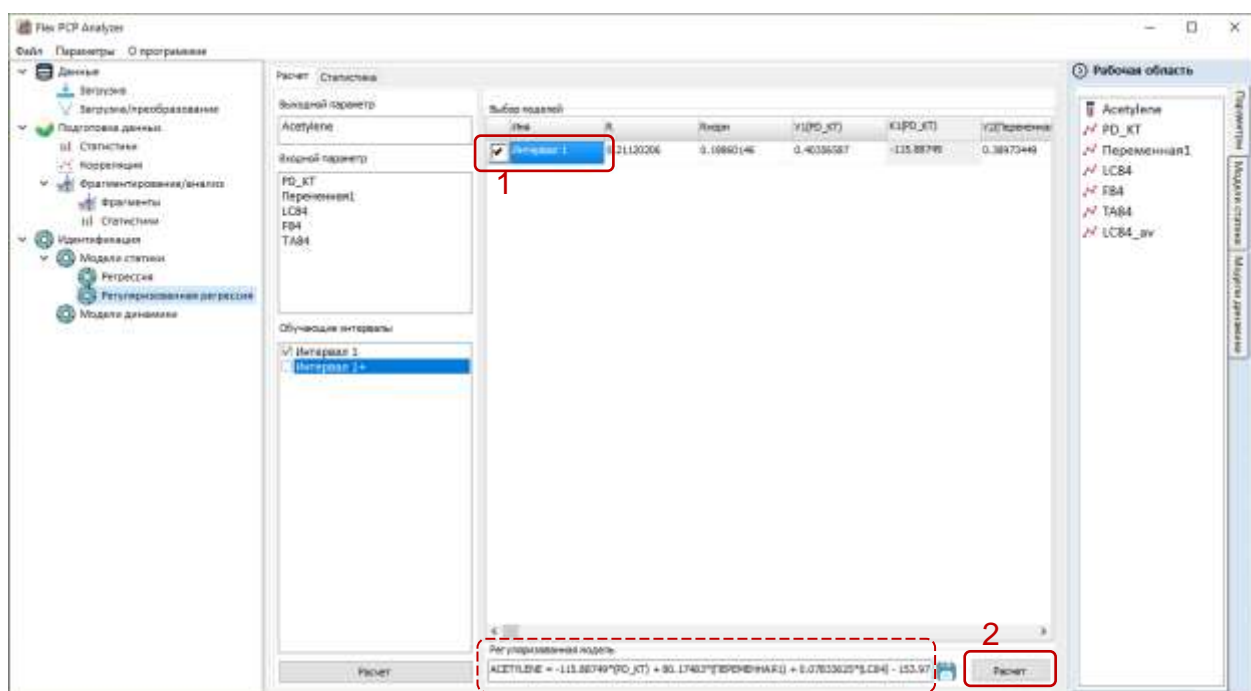
Нажмите кнопку расчет в левой нижней части рабочей области. В поле «Выбор моделей» появятся статистики модели, рассчитанной для выбранного временного интервала.



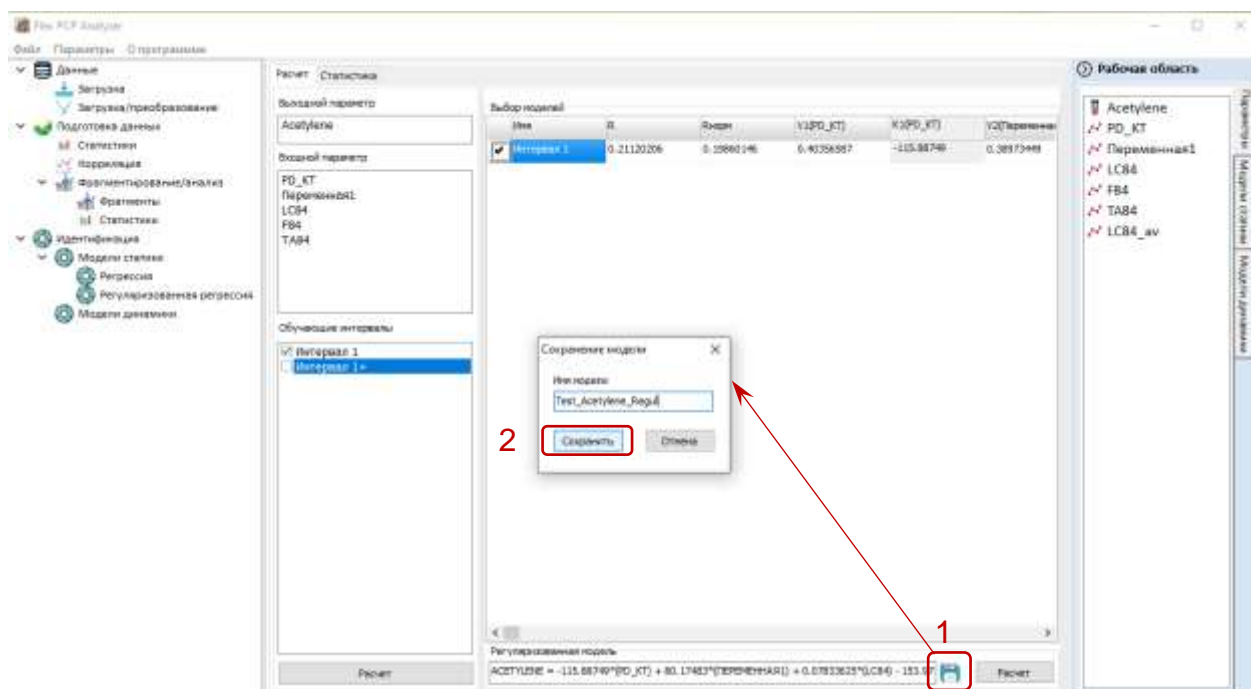
Для расчета регуляризованной регрессии выставьте галочку в чекбоксе рядом со строкой статистик для интервала 1 и нажмите кнопку «Расчет» в нижней



правой части окна текущей процедуры. В окне «Регуляризованная модель» в нижней части окна будет выведена рассчитанная модель.

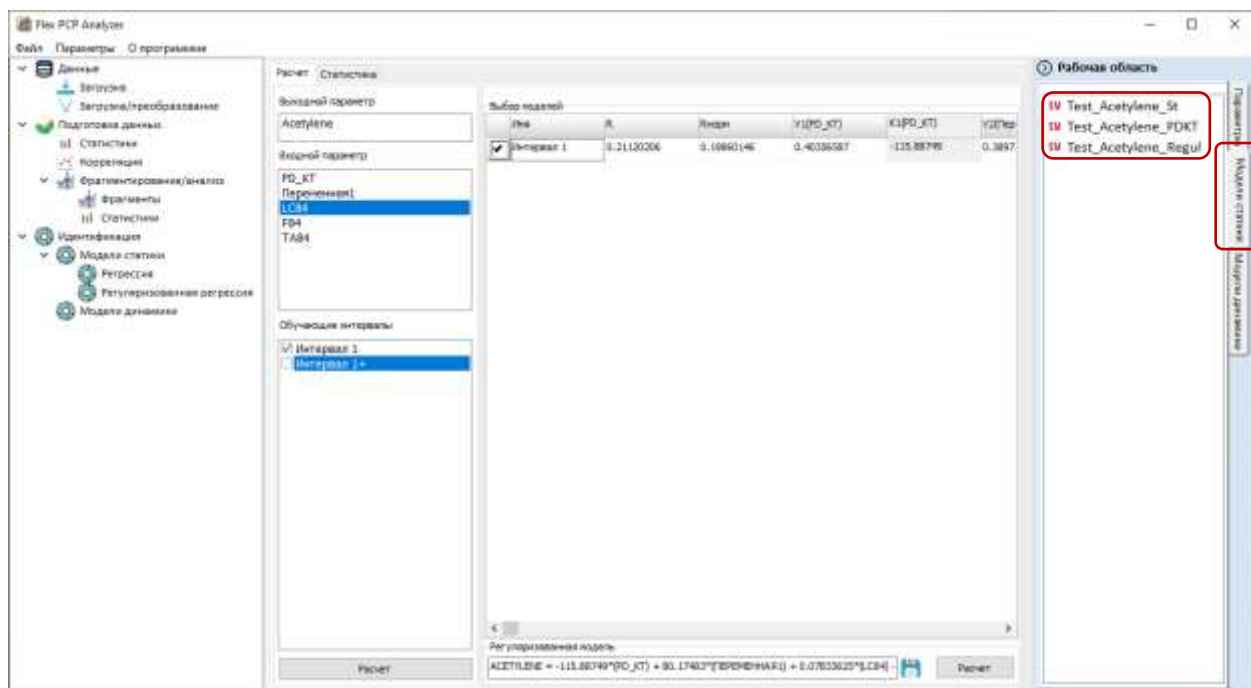


Нажмите на иконку с изображением дискеты рядом с кнопкой «Расчет» и в открывшемся окне сохранения модели введите имя полученной модели «Test_Acetylene_Regul», нажмите кнопку «Сохранить».

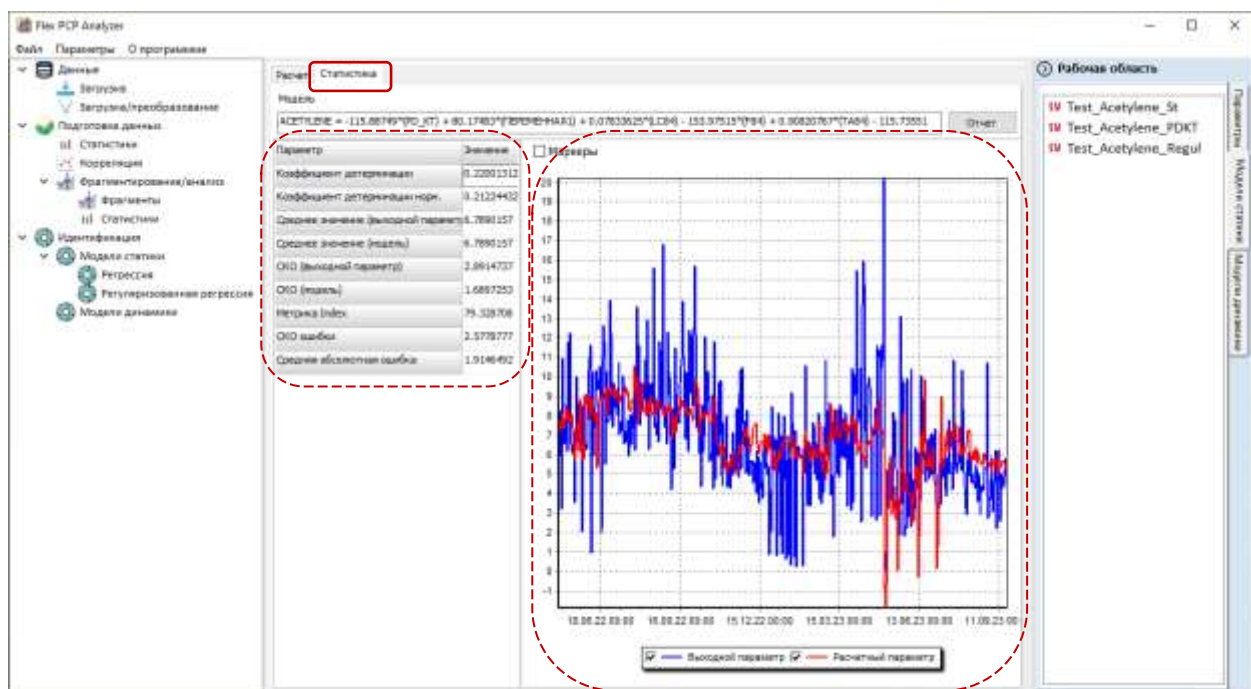




Перейдите на вкладку «Модели статистики» в рабочей области. Теперь здесь отображены уже 3 модели статистики.



Перейдите на вкладку «Статистика». В окне текущей процедуры будут отражены результаты расчета в виде таблицы статистик и графиков исходных и расчетных значений выходного параметра.



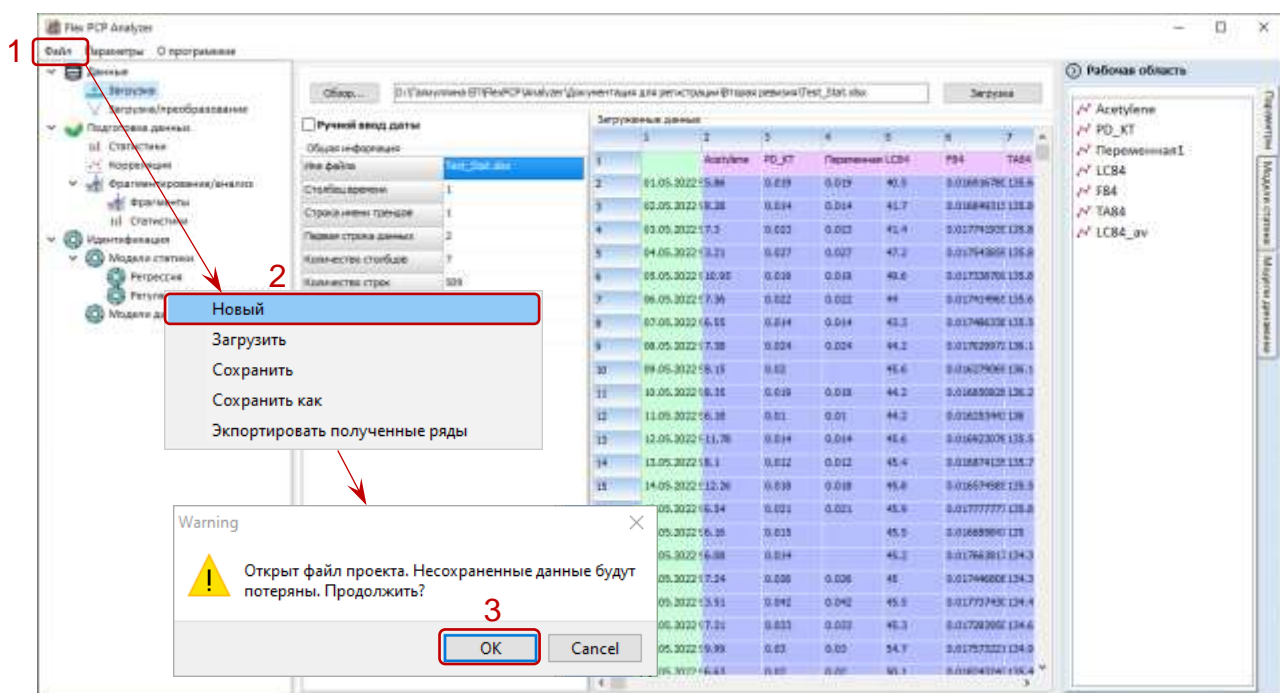


4.2 Идентификация моделей динамики

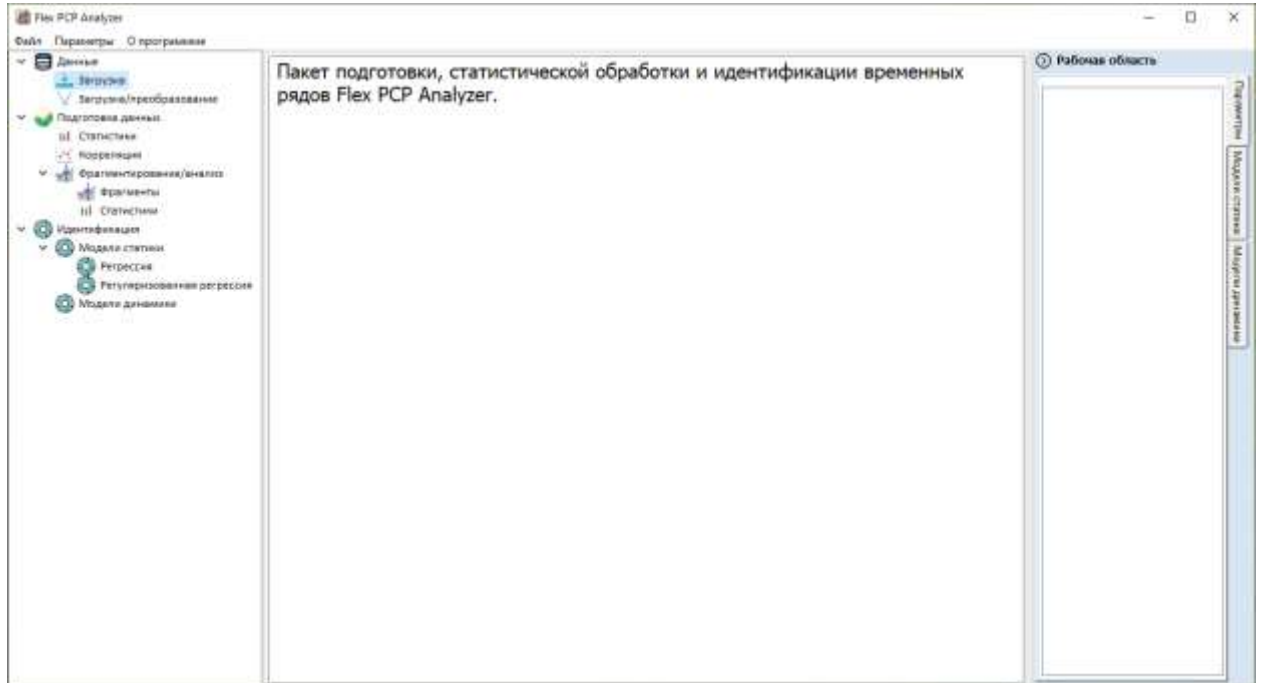
Для построения моделей динамики используются иные временные ряды, поэтому необходимо загрузить новый файл исходных данных.

Перейдите в пункт «Загрузка» процедуры «Данные(проект)».

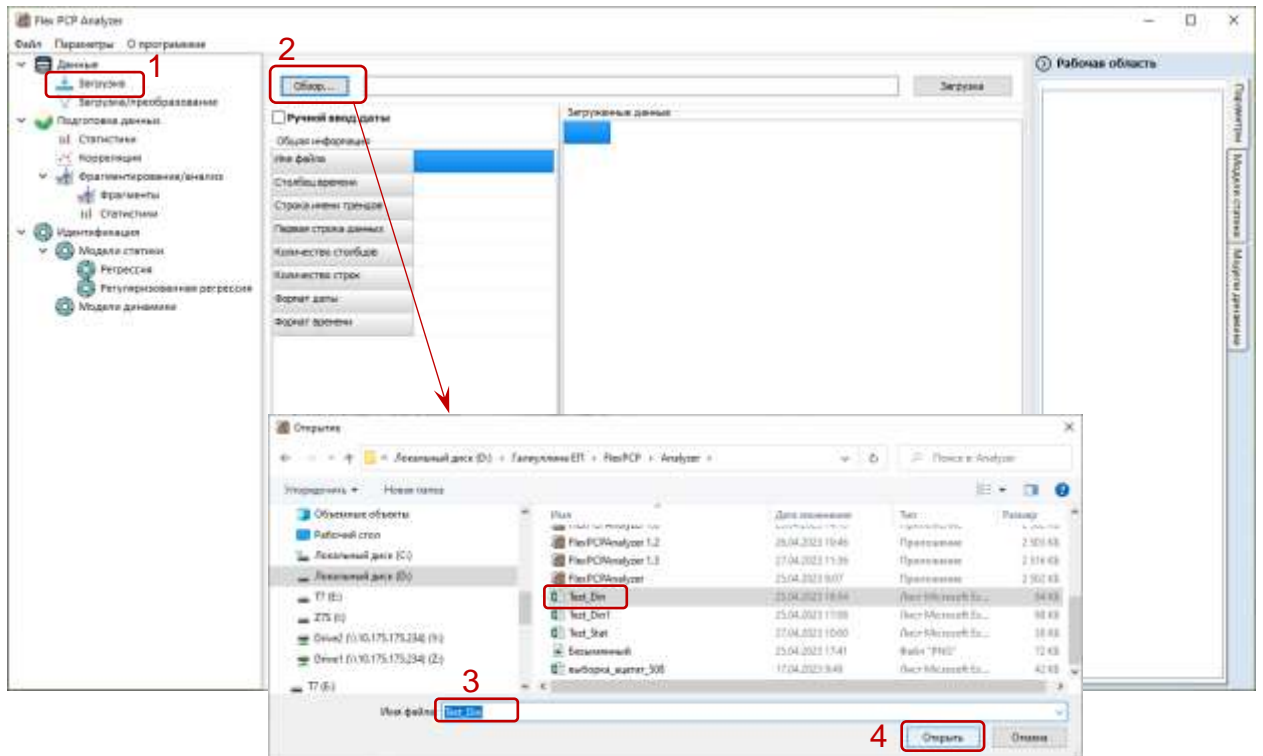
Выберите меню «Файл» в верхней строке экрана и в выпадающем окне выберите «Новый». После этого программа выдаст предупреждение о потере текущих данных.



Подтвердите продолжение действий выбором «ОК». После чего рабочая область будет очищена от данных.

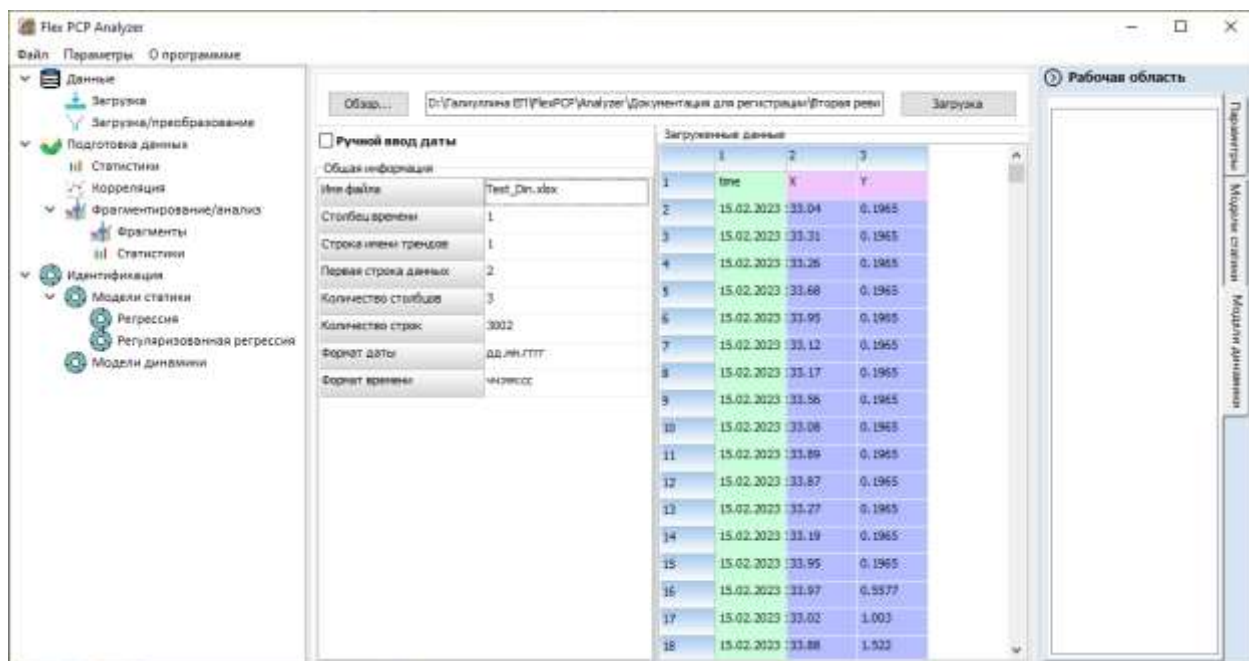


Для загрузки новых данных перейдите в процедуру «Загрузка» в окне структуры процедур, в окне текущей процедуры нажмите «Обзор» и в открывшемся окне браузера выберите файл «Test_Din», нажмите кнопку «Открыть».

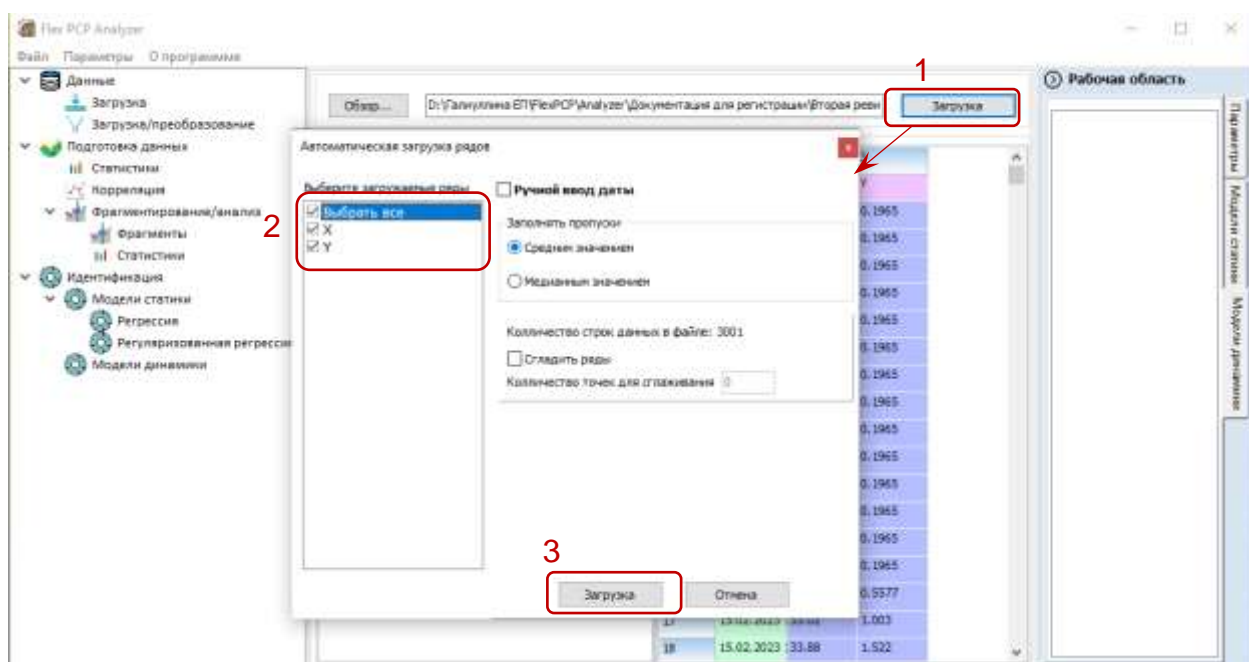




В окне текущей процедуры отобразятся новые данные в виде временных рядов.

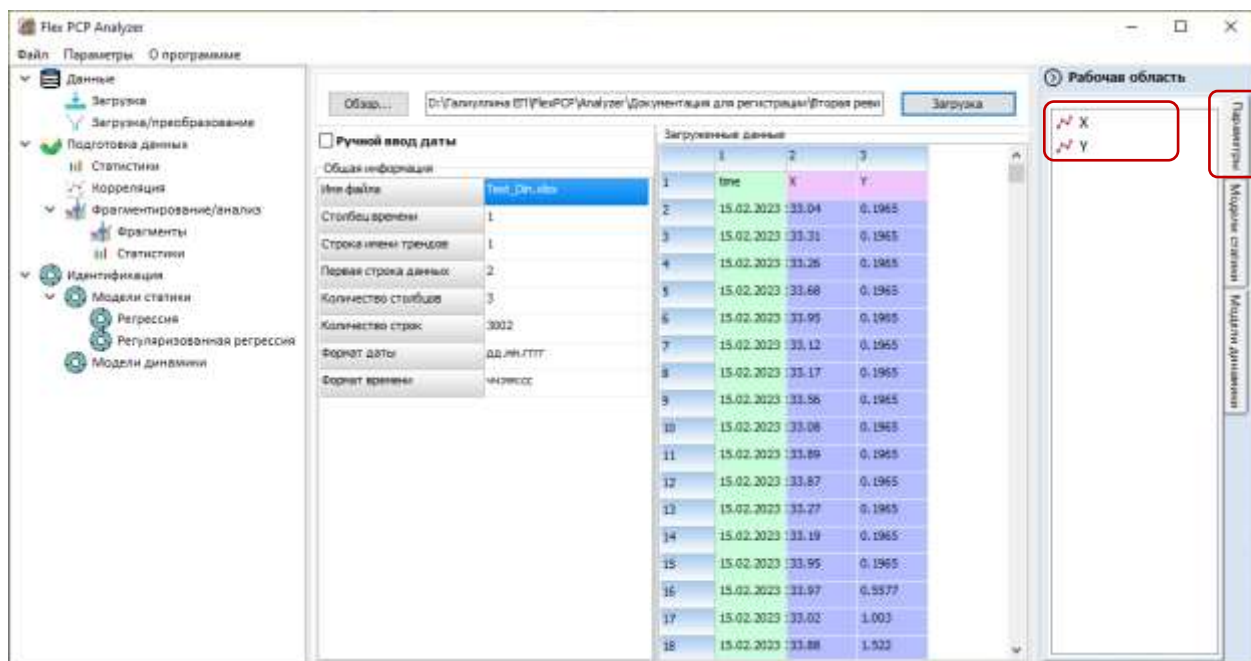


Нажмите на кнопку «Загрузка» в окне текущей процедуры. В открывшемся окне «Автоматическая загрузка рядов» выставьте галочку в чекбоксе «Выбрать все», после чего все последующие чекбоксы будут автоматически заполнены. Нажмите кнопку «Загрузка».





Загруженные параметры отображаются теперь на вкладке «Параметры» в рабочей области.



Перейдите в пункт «Фрагменты» процедуры «Подготовка данных» и «перетащите» параметр Y из списка параметров в рабочей области в поле отображения графиков.

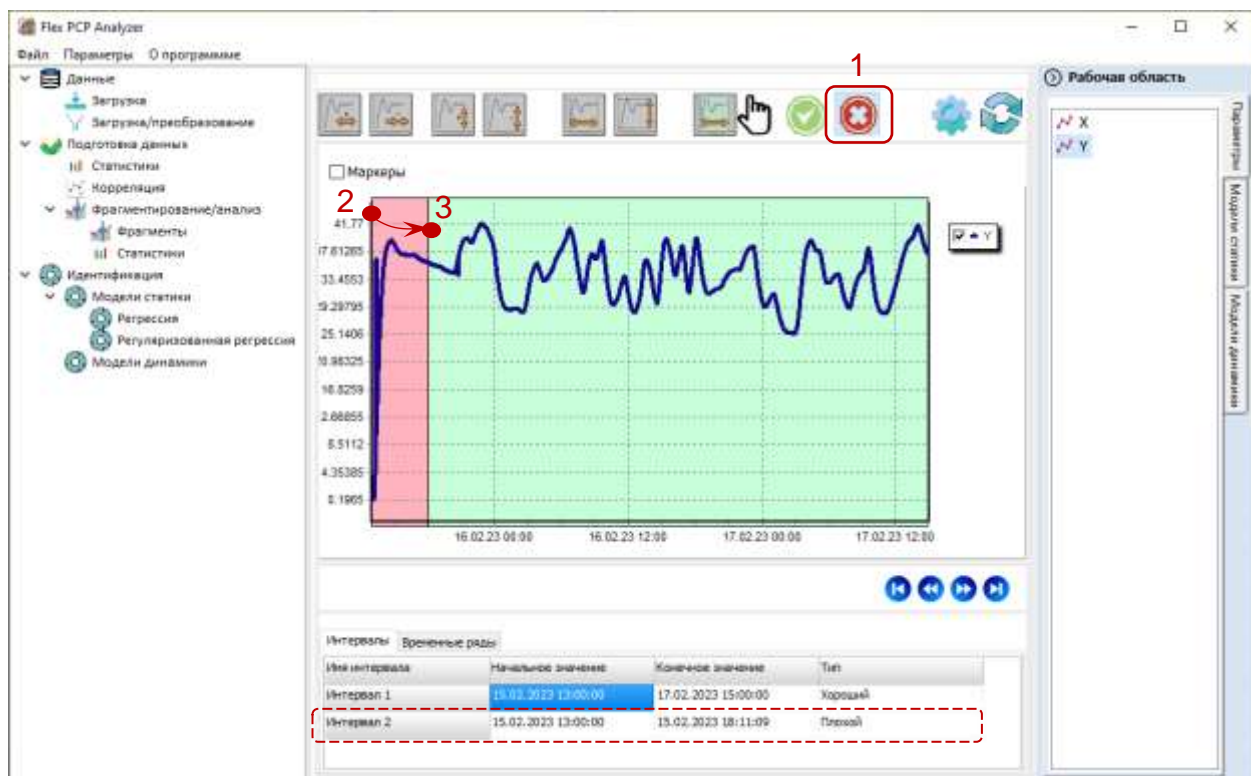




Нажмите на кнопку выбора всего временного интервала для определения Интервала 1.

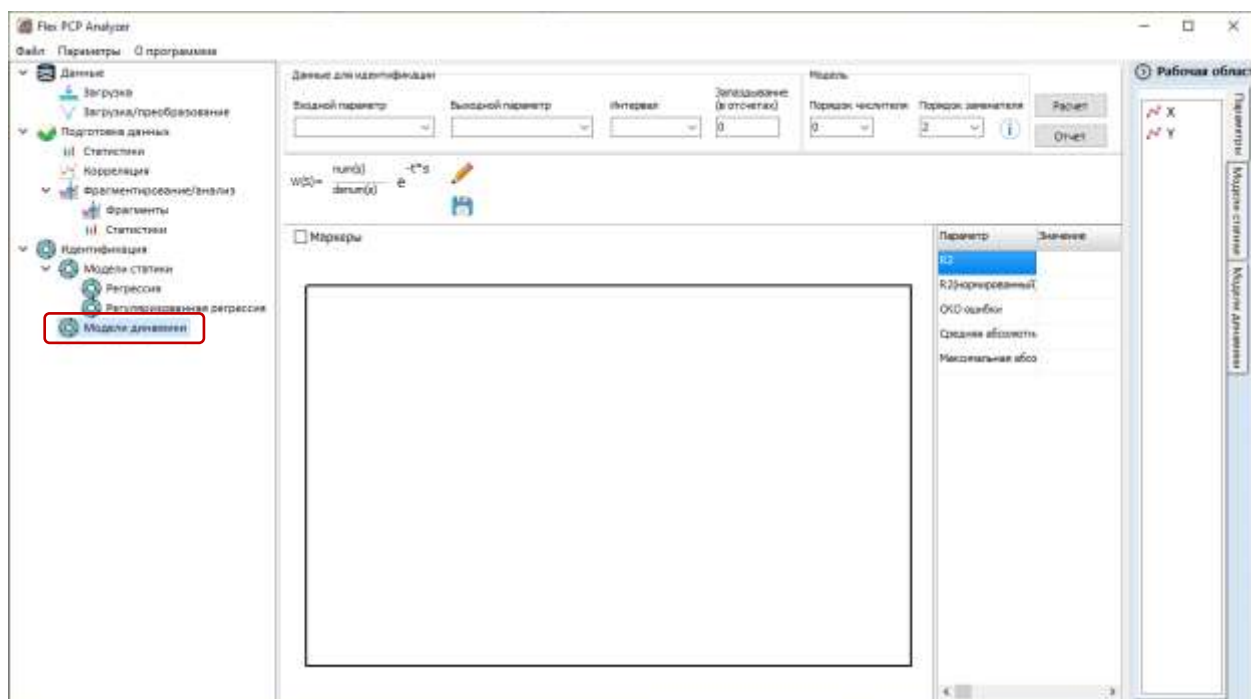


Определите начальный интервал с «плохими» данными (как было описано в п. 4.1.2) согласно следующему рисунку.



Для построения модели динамики перейдите в пункт «Модели динамики» процедуры «Идентификация».

*Для отображения всех элементов используйте стандартные стрелки изменения размеров окон.

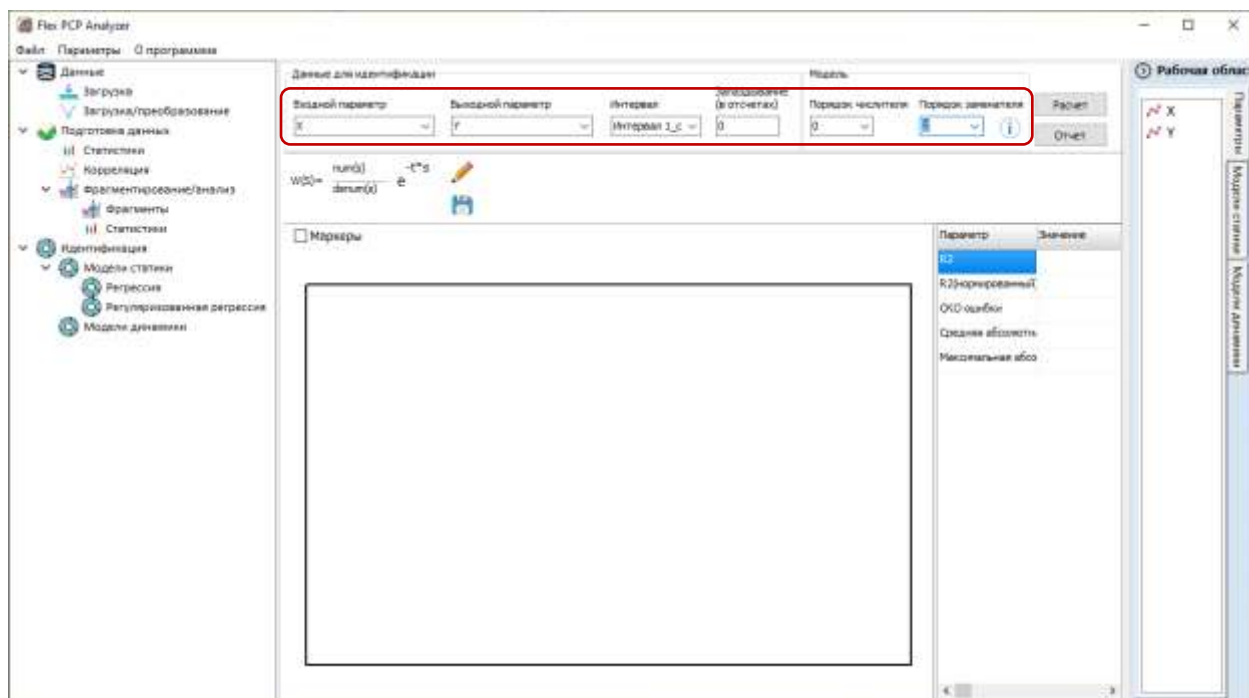




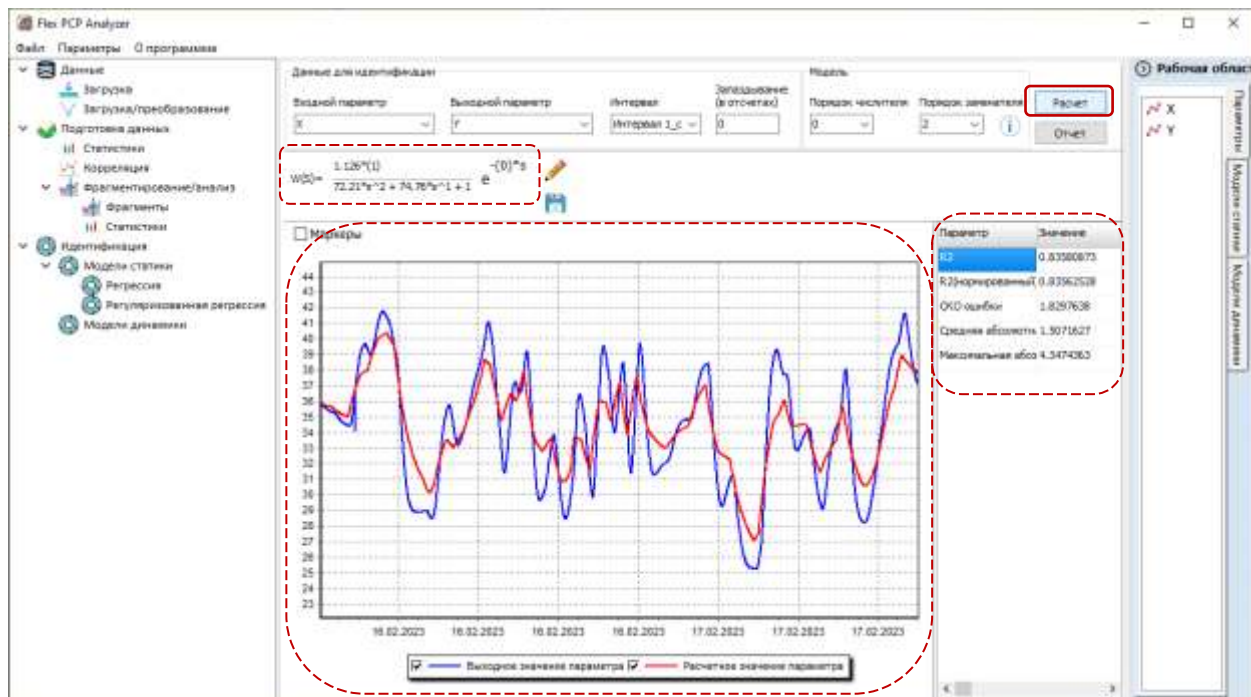
В строке «Входной параметр» из выпадающего списка выберите параметр «X», в строке «Выходной параметр» - параметр «Y».

В строке «Интервал» из выпадающего списка выберите «Интервал 1_cut1».

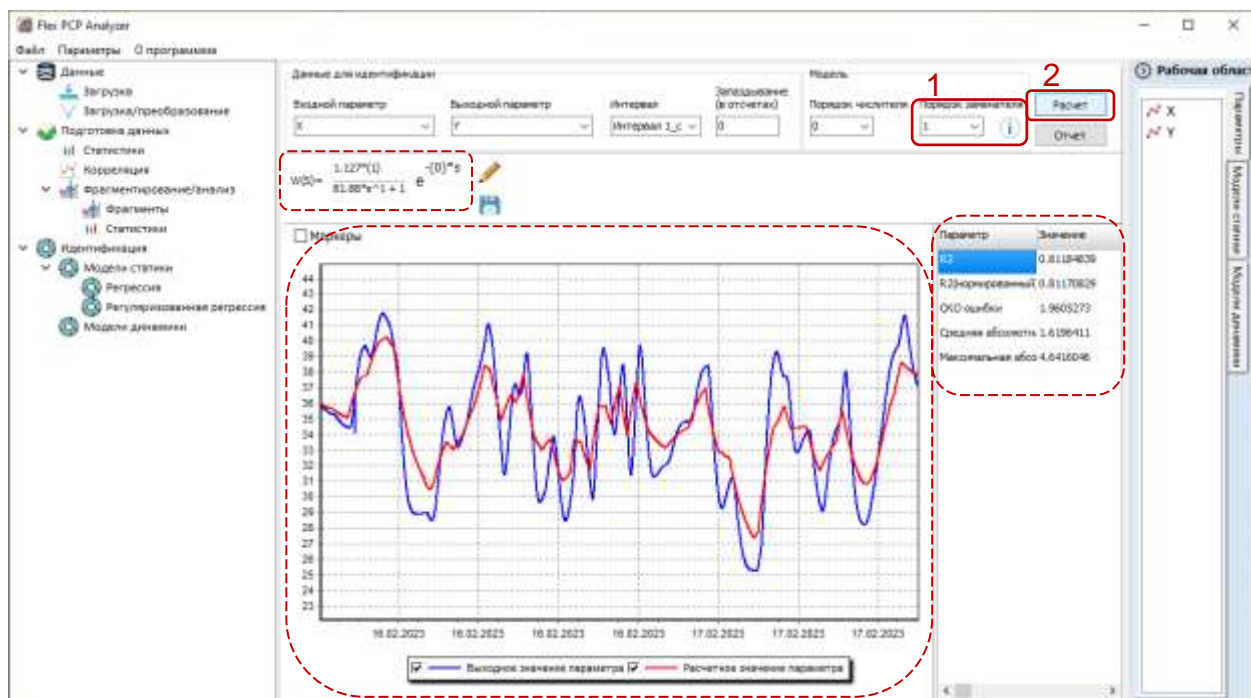
В строках «Порядок числителя» и «Порядок знаменателя» оставьте значения по умолчанию.



Нажмите кнопку «Расчет». В окне текущей процедуры будут выведены результаты расчета модели – вид передаточной функции и наложенные графики исходных данных выходного параметра и значения, рассчитанного по полученной модели. Так же справа от графиков будут выведены рассчитанные статистики полученного по модели расчетного значения параметра.



Измените значение в строке «Порядок знаменателя» с помощью выпадающего меню на «1». И снова нажмите «Расчет». Будет рассчитана модель динамики другой структуры.





Для сохранения полученных результатов в отдельный файл, нажмите кнопку «Отчет», и в открывшемся окне браузера задайте имя сохраняемого файла «Report_Din», нажмите кнопку «Сохранить». Теперь результаты моделирования сохранены в указанном файле и доступны без использования программы FlexPCP A.

