

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

Институт когнитивных нейронаук

Kinematic 4

Система кинематического анализа движения кисти.

Руководство пользователя

Аннотация

Настоящий документ является руководством пользователя по эксплуатации система кинематического анализа движения кисти - Kinematic 4 [кинемáтик фор]. В данном руководстве приводится следующая информация:

- Область применения программы
- Краткое описание возможностей программы
- Уровень подготовки пользователя
- Перечень эксплуатационной документации
- Назначение и условия применения программы
- Описание этапа подготовки к работе
- Описание операций
- Аварийные ситуации
- Рекомендации по освоению
- Термины и сокращения

Настоящий документ разработан в соответствии с ГОСТ 34 РД 50-34.698-90 «Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов» — в части структуры и содержания документов, и в соответствии с ГОСТ 19 «Единая система программной документации (ЕСПД)» — в части общих требований и правил оформления программных документов.

Содержание

Аннотация.....	1
1 ВВЕДЕНИЕ	3
1.1 Область применения.....	4
1.2 Краткое описание возможностей	5
1.3 Уровень подготовки пользователя	6
1.4 Перечень эксплуатационной документации	7
2 НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ.....	8
3 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.....	10
3.1 Состав и содержание дистрибутивного носителя данных.....	10
3.2 Порядок загрузки данных и программ.....	10
3.3 Порядок проверки работоспособности.....	11
4 ОПИСАНИЕ ОПЕРАЦИЙ	12
5 АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ.....	27
6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ	30
7 ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ.....	32

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая программа является десктопным приложением и предназначена для выполнения автоматизированного анализа кинематических данных о движении руки человека. Система работает с данными, сбор которых осуществляется в рамках лабораторных экспериментов, в ходе которых испытуемого просят схватить объект, который ставят перед ним, и поставить на заданное место. Движение повторяется 64 раза (меняется сам объект, его ориентация, ориентация пластинки, на которую надо поставить объект). Система кинематического анализа с частотой 250Гц записывает 3D координаты "трекеров", которые крепятся на испытуемом и на объекте. В эксперименте используется 7 трекеров, наклеенных на следующие точки:

- 1) Ногтевая пластина большого пальца;
- 2) Ногтевая пластина указательного пальца;
- 3) Наружная сторона кости предплечья (дистальный отдел, область головки лучевой кости) - вспомогательные данные для анализа целостного движения руки;
- 4) Внутренняя сторона кости предплечья (дистальный отдел, область шиповидного отростка) - вспомогательные данные для анализа целостного движения руки;
- 5) Трекер наклеенный на неподвижную часть очков;
- 6) Трекер наклеенный на движимую часть очков;
- 7) Объект, который испытуемый должен схватить.

В результате записи имеются 3D координаты этих трекеров, изменяемые во времени на протяжении всего эксперимента (записаны в открытом формате). Основной задачей программы является обработка данных о движении руки и объекта с указанных трекеров, включая выявление ключевых моментов:

- Начало эксперимента (Start);
- Начало движения (поднятие руки) (Hand lifting);
- Начало раскрытия пальцев (GA opening);
- Максимальная апертура раскрытия пальцев (GA max);
- Подъем объекта (Object lifting);
- Опускание объекта (Object placed);

Также программа фиксирует значений следующих показателей в рамках эксперимента для каждого момента времени:

- Открытие очков - расстояние между трекерами 5 и 6;
- Положение руки по оси Z - изменения координаты средней точки между трекерами 3 и 4 по оси Z;

- Апертура захвата - расстояние между трекерами 1 и 2;
- Положение объекта по оси Z - изменения координаты трекера 7 по оси Z;

На основе значений указанных моментов времени система осуществляет расчет следующих метрик, интерпретируемых пользователями:

- Hand lifting - время между началом эксперимента и началом движения (поднятия руки);
- GA opening - время между началом эксперимента и началом раскрытия пальцев;
- Object lifting - время между началом эксперимента и подъемом объекта;
- GA max - время между началом эксперимента и максимальной апертурой раскрытия пальцев;
- Total movement time - время между началом эксперимента и опусканием объекта;
- Reaction time - равняется параметру Hand lifting;
- Time of max GA - значение разности параметров *GA max* - Hand lifting;
- Time to reach - значение разности параметров *GA max* - Object lifting;
- GA% - значение процентного соотношения параметров *Time of max GA/Time to reach*;
- Time of object movement - значение разности параметров *Total movement time* - Object lifting.

1.1 Область применения

Программа для автоматизированного анализа кинематических данных о движении руки человека может применяться в сферах, где требуется точное измерение и анализ моторики. Программа требует работы с экспериментальными данными, записанными в открытом формате. Возможность настройки параметров анализа делает ее гибкой для различных исследовательских целей. Поддержка обработки данных с частотой записи 250 Гц обеспечивает высокую точность и детализацию результатов. Возможные области применения программы:

1) Научные исследования

1) Нейрофизиология: Анализ процессов моторного планирования, выявление особенностей движений при различных неврологических заболеваниях.

2) Биомеханика: Изучение координации движений, разработка моделей человеческой моторики.

3) Экспериментальная психология: Исследования реакции человека на различные типы стимулов и задачи.

2) Медицинская диагностика и реабилитация

1) Диагностика: Оценка качества движений у пациентов с нарушениями моторики, включая инсульты, болезни Паркинсона и другие неврологические заболевания.

2) Реабилитация: Мониторинг прогресса пациентов при восстановлении движений после травм или операций.

3) Робототехника и инженерия

1) Разработка алгоритмов управления: Использование данных кинематического анализа для обучения систем управления роботами, имитирующими движения человека.

2) Кибернетика: Создание протезов и экзоскелетов, взаимодействующих с биологической моторикой.

4) Образование

1) Обучение и тренировки: Использование программы в образовательных учреждениях для обучения студентов основам кинематики, моторного анализа и обработки данных.

2) Демонстрация экспериментов: Визуализация экспериментов для объяснения сложных теорий и концепций, связанных с движением человека.

5) Спортивные исследования

1) Оптимизация движений: Анализ моторики спортсменов для повышения эффективности их движений и снижения риска травм.

2) Тренировочные процессы: Оценка прогресса спортсменов в выполнении тренировочных задач, связанных с моторикой.

1.2 Краткое описание возможностей

1) Главная страница и элементы интерфейса

При запуске программы открывается главная страница с интуитивно понятным интерфейсом. Основные элементы:

1) Шапка программы – содержит кнопки, предоставляющие доступ к следующему функционалу:

- 1) "Импорт" – для загрузки данных в файле *mat* формата;
- 2) "Экспорт" – для сохранения обработанных данных в формате *xlsx* (Excel);
- 3) "Настройки" – для конфигурации параметров расчетных алгоритмов.

2) Просмотр параметров в табличном виде – отображает рассчитанные параметры загруженных данных в табличном формате;

3) Визуализация данных – программа предоставляет возможность построения графиков по выбранным данным;

4) Фильтры визуализации – предоставляет чекбоксы для выбора параметров, которые должны быть отображены на графике.

2) Функции управления графиком (панель инструментов)

На графике предусмотрены следующие инструменты:

1) Reset to original view – возврат к исходному виду графика;

2) Back to previous view и **Forward to next view** – перемещение между сохраненными состояниями отображения;

3) Move tool – интерактивное перемещение графика;

4) Zoom to rectangle – увеличение выделенной области графика;

5) Configure subplots – настройка расположения отдельных графиков и их элементов;

6) Edit axis, curve and image parameters – редактирование параметров осей, кривых и изображения;

7) Save the figure – сохранение графика в файл.

1.3 Уровень подготовки пользователя

Для работы с программой **Kinematic 4** требуется следующий уровень подготовки:

1) Технические навыки:

Пользователю достаточно обладать базовыми навыками работы с компьютером, такими как:

1) Умение открывать и сохранять файлы.

2) Понимание принципов работы с графическим интерфейсом, включая использование кнопок, чекбоксов и модальных окон.

3) Навыки работы с файловыми системами (выбор и управление файлами).

2) Научные знания:

Для эффективного использования результатов программы и их интерпретации необходимы специализированные знания в области кинематики движения. Пользователь должен понимать:

1) Основные принципы движения и их параметры (например, положение объектов, скорость, апертура захвата).

2) Логику и значение ключевых событий, таких как "Начало эксперимента", "Подъем кисти" или "Размыкание пальцев".

3) Методы анализа и интерпретации графиков для проведения научных исследований и принятия решений.

Таким образом, базовые навыки работы с компьютером позволяют использовать программу, но для глубокого понимания и интерпретации результатов потребуется соответствующий научный или профессиональный бэкграунд в изучаемой предметной области.

1.4 Перечень эксплуатационной документации

Для работы с программой **Kinematic 4** достаточно данной документации — **Руководство пользователя**, которое содержит всю необходимую информацию о функционале и возможностях системы, а также пошаговые инструкции для выполнения операций.

Дополнительно, для специалистов, занимающихся доработкой программы или исследованием её внутреннего устройства, доступна **документация разработчика**, включающая технические детали реализации и архитектуры.

2 НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

1) Назначение:

Программа **Kinematic 4** предназначена для автоматизации процессов анализа и визуализации данных, связанных с кинематикой движений человека. Основные функции системы включают:

- 1) Импорт и обработку данных экспериментов в формате **.mat**;
- 2) Автоматический расчет ключевых параметров движения, таких как положение кисти, апертура захвата и другие метрики;
- 3) Визуализацию данных экспериментов в виде графиков для анализа изменений параметров во времени;
- 4) Настройку параметров расчета и фильтрацию данных для гибкой работы с информацией;
- 5) Экспорт данных для дальнейшей обработки или отчетности.

Система нацелена на специалистов, работающих в научно-исследовательской сфере, в частности в области кинематики, нейрофизиологии и биомеханики.

2) Условия применения:

Для корректной работы системы необходимо выполнение следующих условий:

1) Технические средства:

- 1) Совместимость с ПК, поддерживающими операционную систему **Windows 10 и выше**.
- 2) Минимальная конфигурация:
 - 1) Процессор: не менее **2 ГГц**.
 - 2) Оперативная память: рекомендуемо **4 ГБ** и более.
 - 3) Свободное место на диске: не менее **200 Мб**.

2) Входная информация:

- 1) Исходные данные экспериментов в формате **.mat**, содержащие корректные параметры, необходимые для расчета и визуализации.

3) Требования к пользователям:

- 1) Базовые навыки работы с компьютером и операционной системой Windows для работы с интерфейсом программы.
- 2) Научные знания в области кинематики движения, нейрофизиологии или биомеханики для интерпретации результатов и понимания визуализированных данных.

4) Ограничения:

1) Программа не предназначена для работы с другими форматами данных, кроме **.mat**.

2) Для обработки некорректных или неполных данных требуется их предварительная подготовка.

Примечание: Программа может быть адаптирована для более сложных научных исследований или интегрирована в другие системы при наличии дополнительных доработок, с использованием документации разработчика.

3 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

3.1 Состав и содержание дистрибутивного носителя данных

Архив с программным обеспечением **Kinematic4** содержит следующие элементы:

- Папка *Application* – основные файлы для работы программы:
 - ***Kinematic4.exe*** – исполняемый файл программы.
- Папка *SourceCode* – исходные коды программы, предназначенные для разработчиков, желающих модифицировать или изучить внутреннее устройство программы (также расположены в GitLab: <https://git.miem.hse.ru/1905/kinematic4>).
- Папка *Documentation* – справочная документация:
 - ***UserManual.chm*** – Руководство пользователя в формате CHM.
 - ***UserManual.pdf*** – Руководство пользователя в формате PDF.
 - ***DeveloperManual.pdf*** – Руководство разработчика в формате PDF.
- Папка *TestData* – тестовые данные для контрольного примера.

3.2 Порядок загрузки данных и программ

1) Распаковка дистрибутива

- 1) Получите архив ***Kinematic4.zip*** и сохраните его на локальный диск компьютера;
- 2) Распакуйте архив в выбранную директорию, используя любой архиватор (например, WinRAR, 7-Zip);
- 3) Убедитесь, что структура папок сохранилась, как указано выше.

2) Запуск программы

- 1) Перейдите в папку *Application*;
- 2) Найдите файл ***Kinematic4.exe***;
- 3) Дважды щелкните на файл, чтобы запустить программу (при необходимости разрешите запуск приложения для установленных антивирусов).

3) Работа с документацией

- 1) Если необходимо, откройте файл ***UserManual.chm/UserManual.pdf*** из папки *Documentation*, чтобы изучить функциональные возможности программы или получить инструкции по ее использованию;
- 2) Если необходимо, откройте файл ***DeveloperManual.chm*** из папки *Documentation*, чтобы изучить внутреннее устройство программы и модифицировать при необходимости

(для модификации рекомендуется использовать стандартные инструменты разработчика Python).

Примечания:

- Для работы программы **не требуется** запуск исходных кодов, расположенных в папке *SourceCode*. Эти данные предназначены исключительно для разработчиков;
- При запуске программы рекомендуется использовать папку с установленной программой, не перемещая файлы в другие директории, чтобы избежать ошибок.

3.3 Порядок проверки работоспособности

1) Первичный запуск программы

1) После запуска файла **Kinematic4.exe** убедитесь, что открывается главное окно программы с элементами интерфейса:

- 1) "Шапка" с названием программы и кнопками **"Импорт"**, **"Экспорт"**, **"Настройки"**;
- 2) Область просмотра рассчитанных метрик данных (на этапе первого запуска она должна быть пустой);
- 3) Область визуализации данных и настройки параметров (пустая до импорта и обработки данных).

2) Импорт данных

- 1) Нажмите кнопку **"Импорт"** и выберите тестовый файл формата **.mat**;
- 2) Убедитесь, что данные успешно отображаются в табличной форме в области просмотра рассчитанных метрик.

3) Проверка визуализации

- 1) Выберите строку в таблице рассчитанных метрик и нажмите кнопку **"Визуализация данных"**;
- 2) Убедитесь, что отображается график с корректными линиями и точками данных.

4) Функциональность настроек

- 1) Проверьте доступ к модальному окну настроек, нажав кнопку **"Настройки"**, внесите изменения в параметры и сохраните их;
- 2) Убедитесь, что изменения применяются корректно и отображаются в расчетах.

5) Проверка документации

- 1) Откройте файл **UserManual.chm** и убедитесь, что доступен текст документации и навигация по разделам;
- 2) Если все этапы проверки прошли успешно, система готова к эксплуатации.

4 ОПИСАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Функции и задачи системы:

Программное обеспечение **Kinematic 4** предназначено для анализа кинематических данных экспериментов с возможностью гибкой настройки и визуализации результатов. Основные функции системы включают:

- **Импорт данных** – загрузка данных экспериментов в формате **.mat**.
- **Визуализация данных** – построение графиков и настройка отображаемых элементов.
- **Настройка параметров расчёта** – модификация параметров, используемых алгоритмами обработки данных.
- **Экспорт данных** – сохранение результатов в формате, объединённом с конфигурационными параметрами.

Описание операции 1: Импорт данных

Наименование: Импорт данных экспериментов.

Условия выполнения:

- Программа запущена и находится в главном окне;
- Наличие корректного файла в формате **.mat**.

Подготовительные действия:

- Убедиться, что файл данных находится в доступной директории;
- Проверить, что структура файла соответствует требованиям программы.

Основные действия:

- Нажать кнопку **"Импорт"** в главном окне (*Рисунок 4.1*);

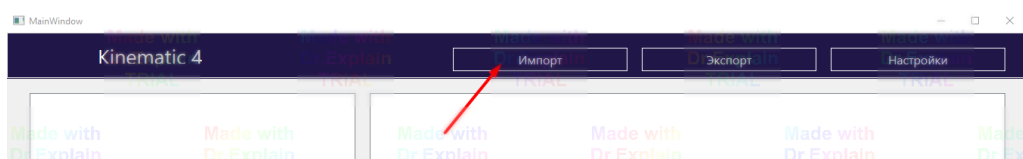


Рисунок 4.1 - Кнопка "Импорт" в главном окне

- В модальном окне выбрать файл формата **.mat** и подтвердить выбор (*Рисунок 4.2*).

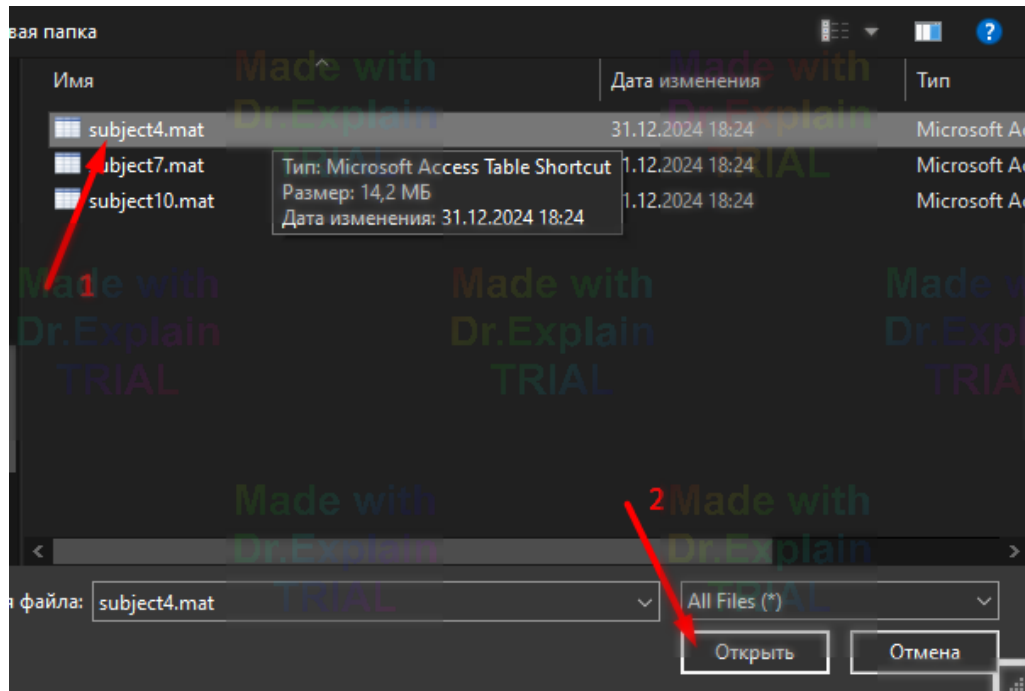


Рисунок 4.2 - Модальное окно выбора .mat файла

Заключительные действия:

– Убедиться, что данные отображены в таблице параметров эксперимента в левой части окна (Рисунок 4.3).

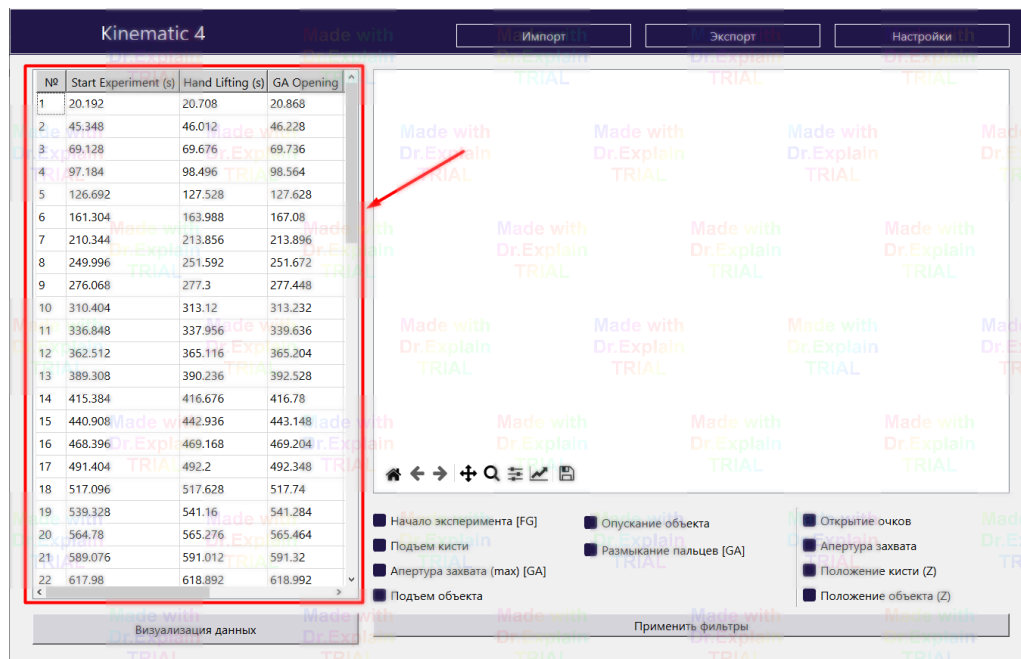


Рисунок 4.3 - Таблица параметров эксперимента в левой части окна

Ресурсы:

– Время обработки файла при импорте: до 10 секунд.

Описание операции 2: Визуализация данных

Наименование: Построение графиков параметров эксперимента.

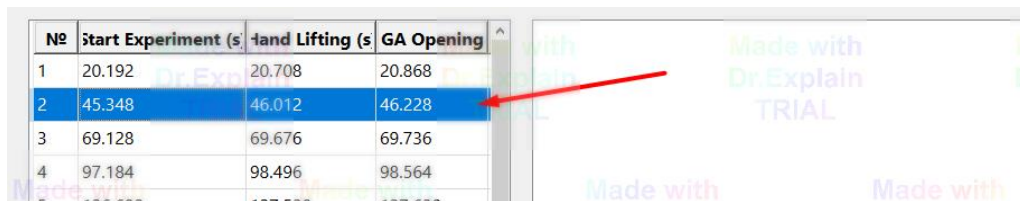
Условия выполнения:

- Данные эксперимента успешно загружены;
- Выбрана строка с экспериментом в таблице метрик.

Подготовительные действия:

- Импортировать данные;
- Выбрать строку, содержащую данные эксперимента, с помощью нажатия

ЛКМ на интересующей строке (Рисунок 4.4).



№	Start Experiment (s)	Hand Lifting (s)	GA Opening
1	20.192	20.708	20.868
2	45.348	46.012	46.228
3	69.128	69.676	69.736
4	97.184	98.496	98.564

Рисунок 4.4 - Выбранная строка в таблице параметров эксперимента

Основные действия:

- Нажать кнопку "Визуализация данных" (Рисунок 4.5);
- График будет построен с параметрами по умолчанию.

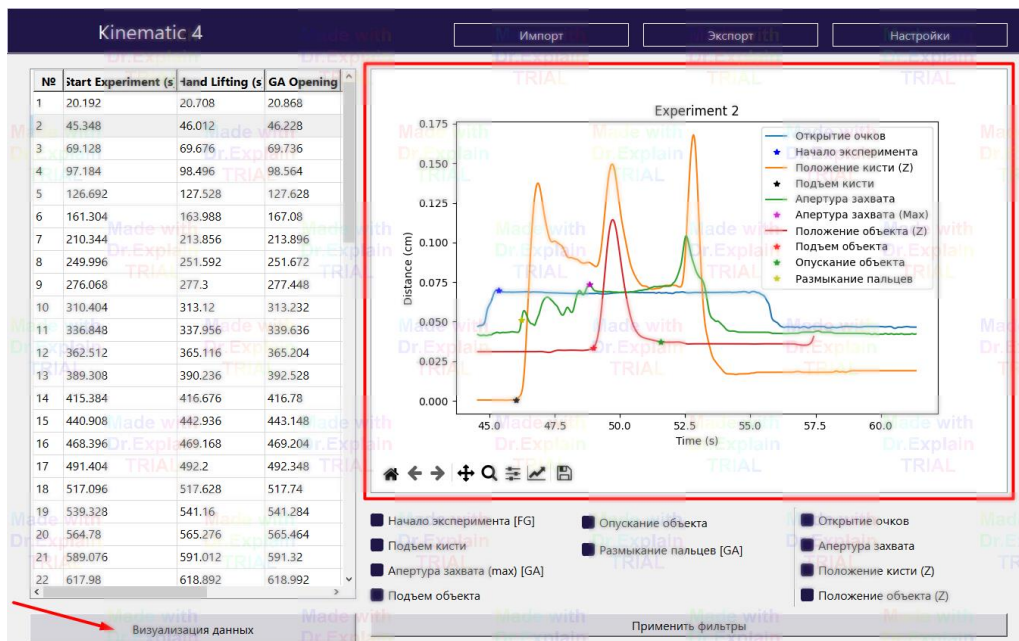


Рисунок 4.5 - Кнопка и область визуализации данных

Работа с фильтрами:

– В области фильтров (справа от графика) доступны флажки для включения/отключения параметров визуализации:

- 1) Линии графиков (например, "Открытие очков", "Положение кисти");

2) Точки событий (например, "Начало эксперимента", "Подъем объекта").

– Отметьте или снимите галочки для желаемых параметров;

– Нажмите кнопку "**Применить фильтры**", чтобы обновить график (Рисунок 4.6).

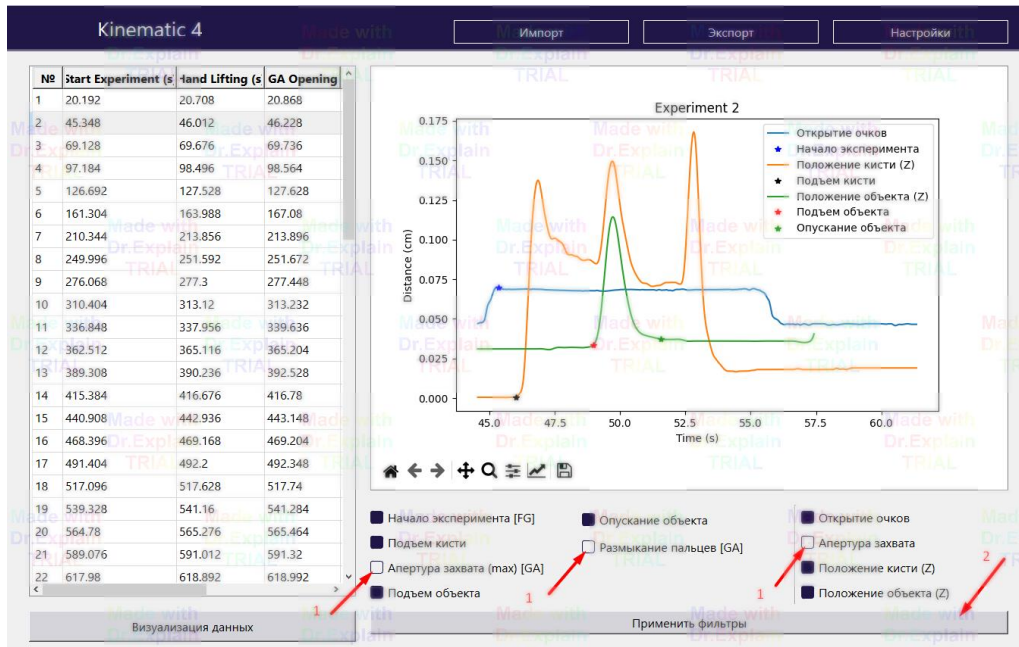


Рисунок 4.6 - Настройка фильтров визуализации данных

Функции управления графиком:

На графике предусмотрены следующие инструменты (Рисунок 4.7):

- **Reset to original view** – возврат к исходному виду графика;
- **Back to previous view** и **Forward to next view** – перемещение между сохранёнными состояниями отображения;
- **Move tool** – интерактивное перемещение графика;
- **Zoom to rectangle** – увеличение выделенной области графика;
- **Configure subplots** – настройка расположения отдельных графиков и их элементов (Рисунок 4.8);
- **Edit axis, curve and image parameters** – редактирование параметров осей, кривых и изображения (Рисунок 4.9);
- **Save the figure** – сохранение графика в файл (например, в формате PNG, PDF).

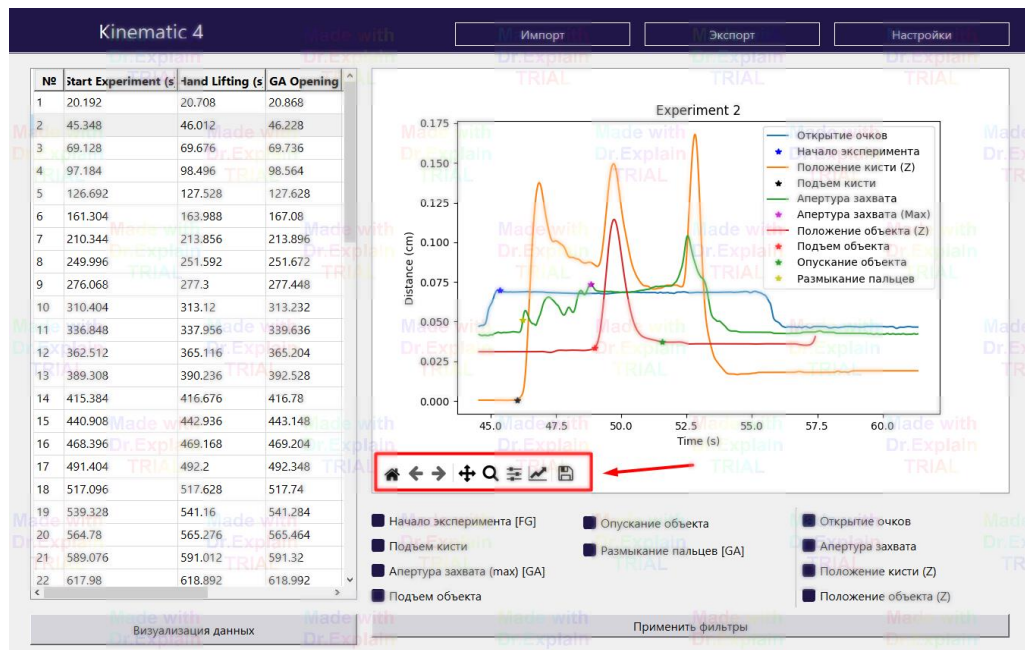
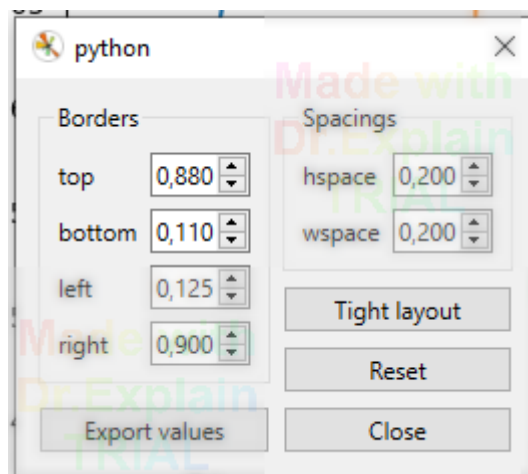


Рисунок 4.7 - Функции управления графиком

Рисунок 4.8 - Окно настроек управления графиком *Configure subplots*

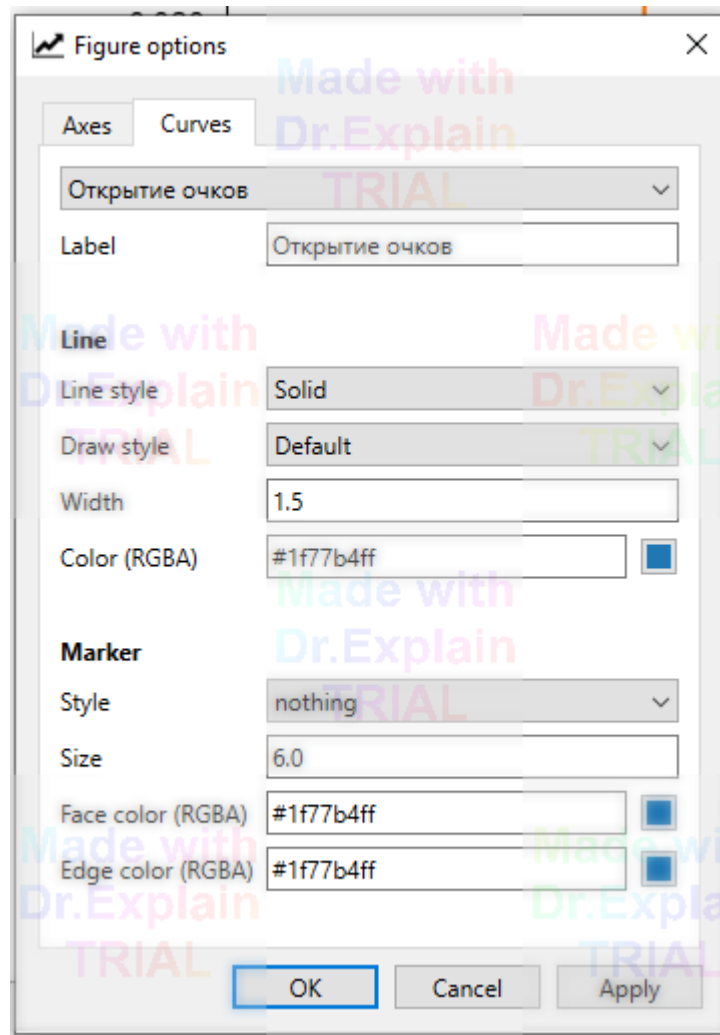


Рисунок 4.9 - Окно настроек управления графиком **Edit axis, curve and image parameters**
(Вкладка Curves)

Заключительные действия:

– Убедиться, что график корректно отображает выбранные параметры и изменения в отображении.

Ресурсы:

– Время обработки: до 1 секунды.

Описание операции 3: Настройка параметров расчета

Наименование: Настройка параметров алгоритмов.

Условия выполнения:

– Программа находится в главном окне.

Подготовительные действия:

– Ознакомиться с описанием влияния настройки каждого параметра в документации ниже:

Параметр: *Расстояние между пиками* - определяет расстояние между точками старта эксперимента. При работе с качественными входными данными без артефактных точек допустимо очень малого значения (1.0).

Возможные значения: от 1 до *без ограничений* (точность до 16 знаков включительно в дробной части). Значение по умолчанию - 410 ($410/250\text{Гц} = 1.64\text{ сек}$).

– **Влияние увеличения:** Позволяет исключать артефактные (некорректно определенные) точки начала эксперимента для длительных экспериментов. Значение определяет расстояние в кадрах (с частотой 250 Гц) до следующей точки, которую необходимо рассматривать, как точку начала эксперимента, точки найденные в пределах указанной области от предыдущей точки будут проигнорированы, т.е. при указании количества кадров более чем фактически между эксперимента, то некоторые фактические точки начала экспериментов будут не найдены!

– **Влияние уменьшения:** Позволяет учитывать более частые пики, что подходит для анализа коротких экспериментов, где расстояния во входных данных между точками начала экспериментов.

Параметр: *Пороговое значение скорости подъема кисти* - коэффициент ускорения поднятия кисти руки, при котором "срабатывает" (устанавливается) точка начала поднятия кисти.

Возможные значения: от 0 до 0.09 (точность до 16 знаков включительно в дробной части). Значение по умолчанию - 0.005.

– **Влияние увеличения:** Позволяет учитывать более сильное ускорение при поднятии кисти руки (*Рисунок 4.10*).

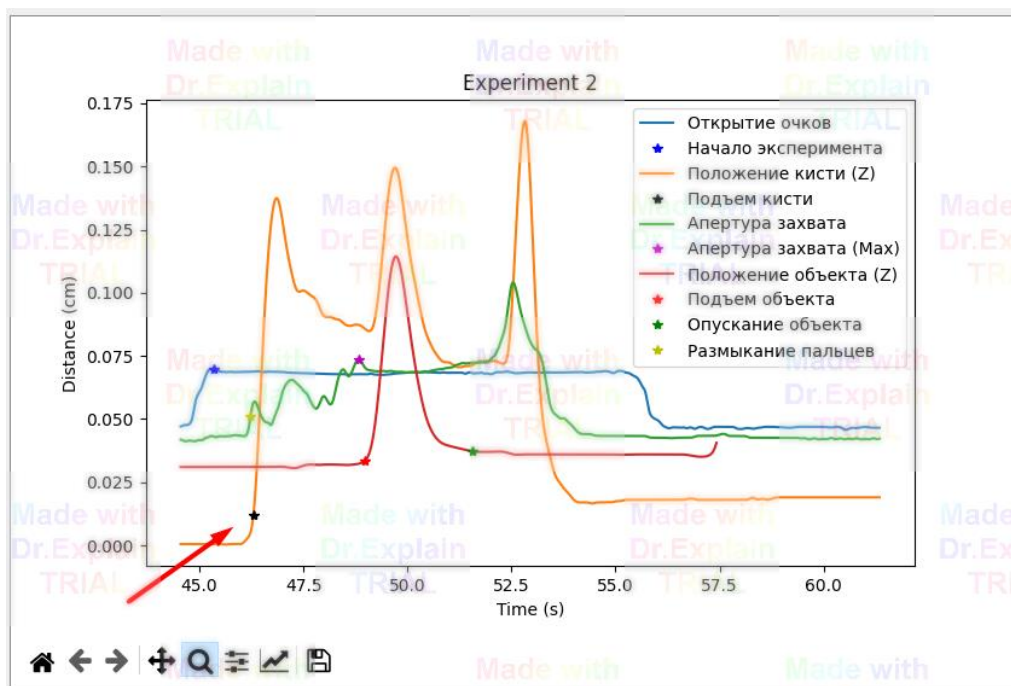


Рисунок 4.10 - Влияние увеличения параметра **Пороговое значение скорости подъема кисти**

– **Влияние уменьшения:** Позволяет реагировать на более слабое ускорение при поднятии кисти руки. Слишком низкое значение фиксирует артефактные (некорректно определенные) точки (Рисунок 4.11).

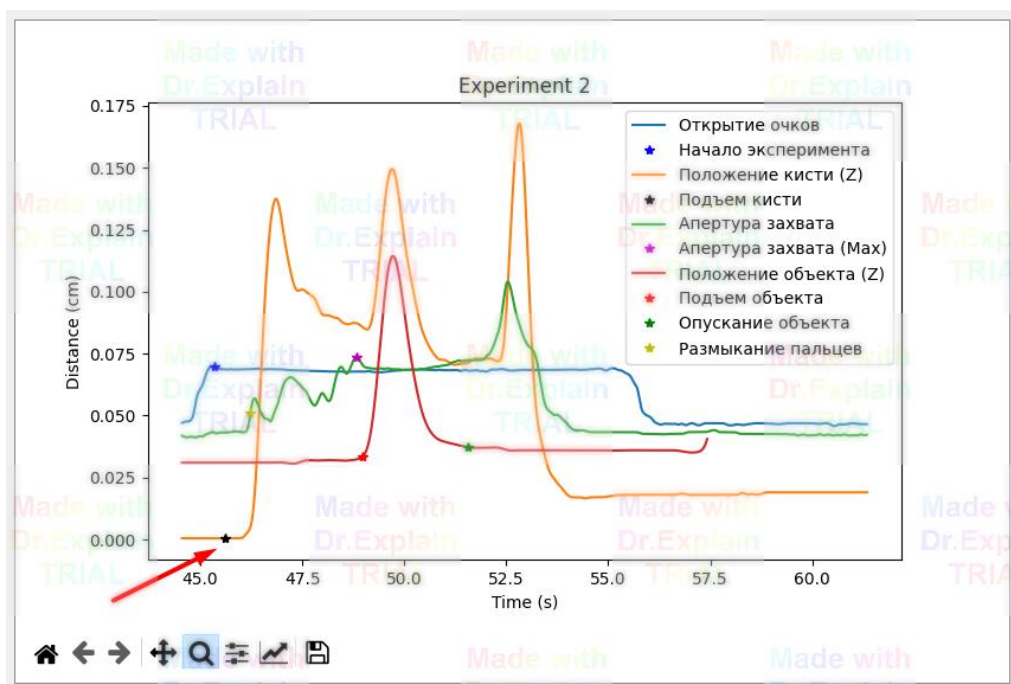
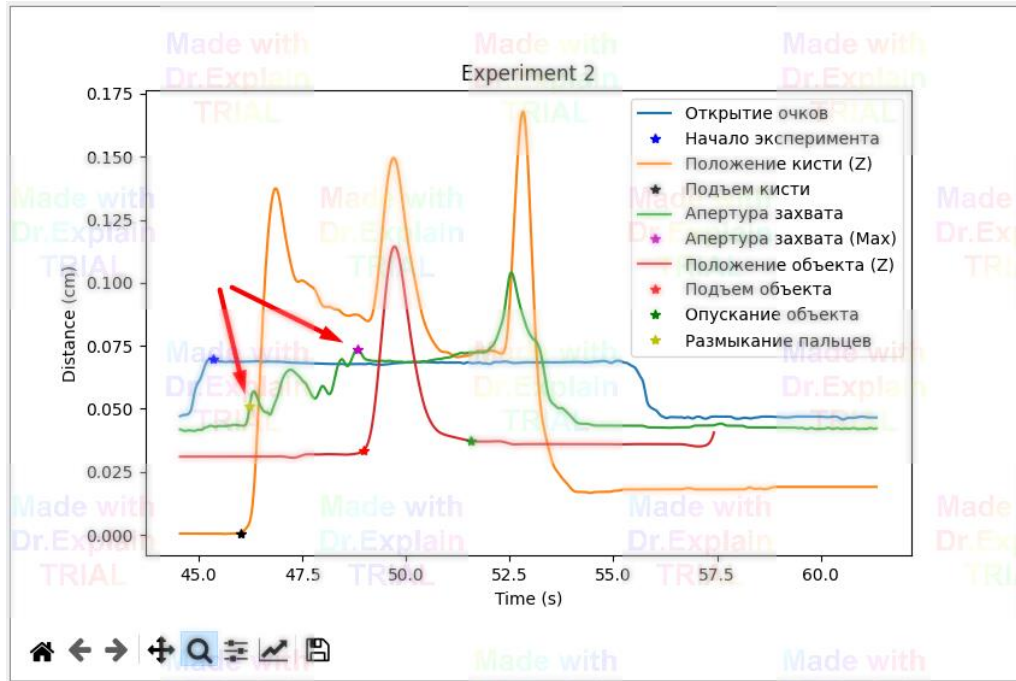


Рисунок 4.11 - Влияние уменьшения параметра **Пороговое значение скорости подъема кисти**

Параметр: *Пороговое значение открытия пальцев* - коэффициент ускорения (изменение апертуры) при раскрытии пальцев, при котором "срабатывают" (устанавливаются) точка раскрытия пальцев и точка максимальной апертуры раскрытия пальцев.

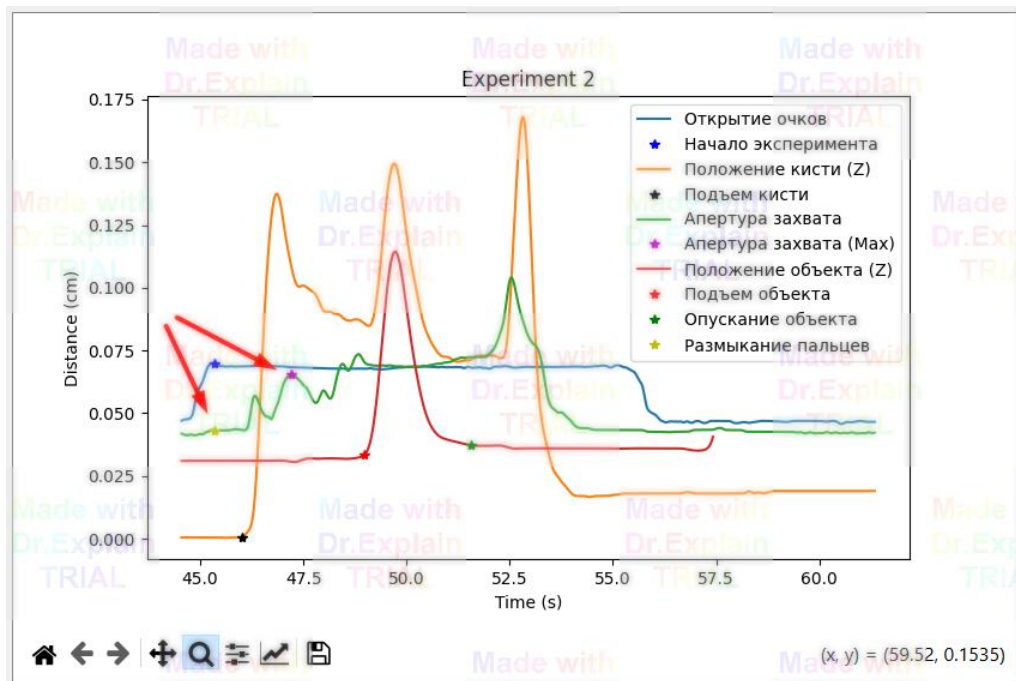
Возможные значения: от 0 до 1.5 (точность до 16 знаков включительно в дробной части).
Значение по умолчанию - 1.2.

– **Влияние увеличения:** Позволяет учитывать более сильное ускорение (изменение апертуры) при раскрытии пальцев (*Рисунок 4.12*).



*Рисунок 4.12 - Влияние увеличения параметра **Пороговое значение открытия пальцев***

– **Влияние уменьшения:** Позволяет реагировать на более слабое ускорение (изменение апертуры) при раскрытии пальцев. Слишком низкое значение фиксирует артефактные (некорректно определенные) точки (*Рисунок 4.13*).

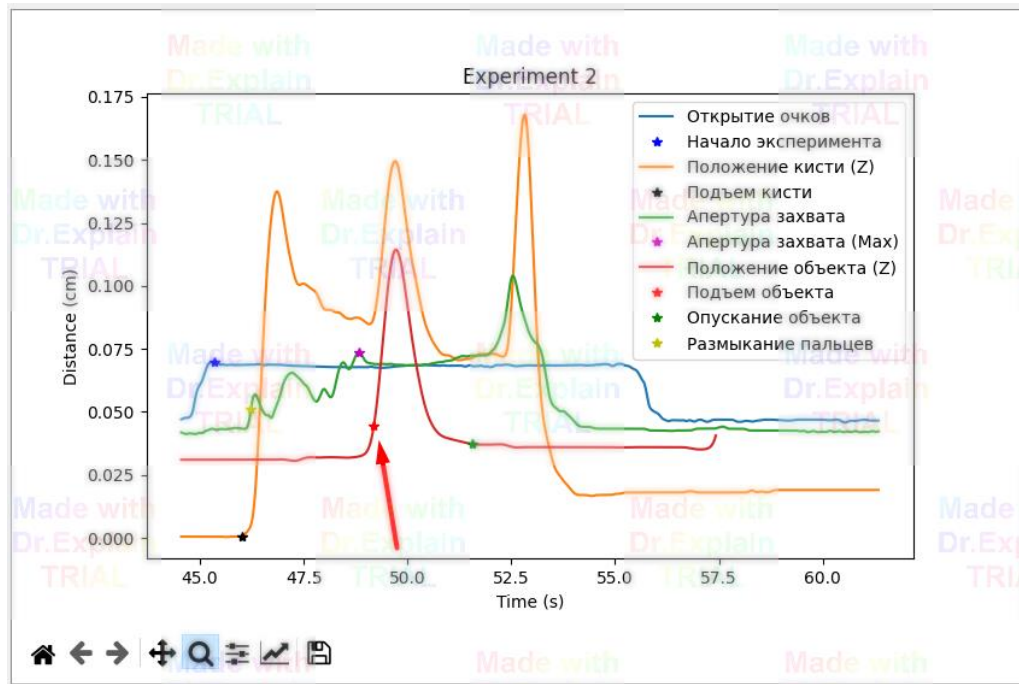


*Рисунок 4.13 - Влияние уменьшения параметра **Пороговое значение открытия пальцев***

Параметр: *Пороговое значение скорости подъема предмета* - коэффициент ускорения при поднятии объекта, при котором "срабатывает" (устанавливается) точка начала подъема предмета.

Возможные значения: от 0 до без ограничений (точность до 16 знаков включительно в дробной части). Значение по умолчанию - 0.01.

– **Влияние увеличения:** Позволяет учитывать более сильное ускорение при поднятии предмета (*Рисунок 4.14*).



*Рисунок 4.14 - Влияние увеличения параметра **Пороговое значение скорости подъема предмета***

– **Влияние уменьшения:** Позволяет реагировать на более слабое ускорение при поднятии предмета. Слишком низкое значение фиксирует артефактные (некорректно определенные) точки (*Рисунок 4.15*).

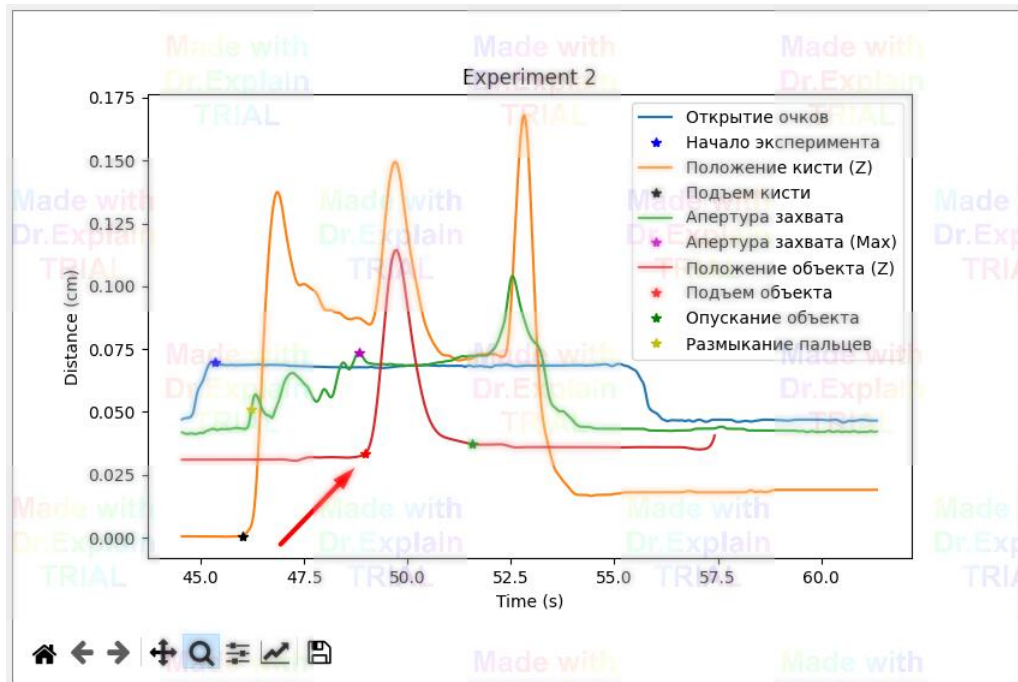


Рисунок 4.15 - Влияние уменьшения параметра **Пороговое значение скорости подъема предмета**

Параметр: *Пороговое значение скорости опускания предмета* - определяет коэффициент ускорения при опускании предмета, при котором "срабатывает" (устанавливается) точка опускания предмета.

Возможные значения: от 0 до без ограничений (точность до 16 знаков включительно в дробной части). Значение по умолчанию - 0.005.

– **Влияние увеличения:** Позволяет определять точку опускания предмета ранее. Слишком низкое значение фиксирует артефактные (некорректно определенные) точки (Рисунок 4.16).

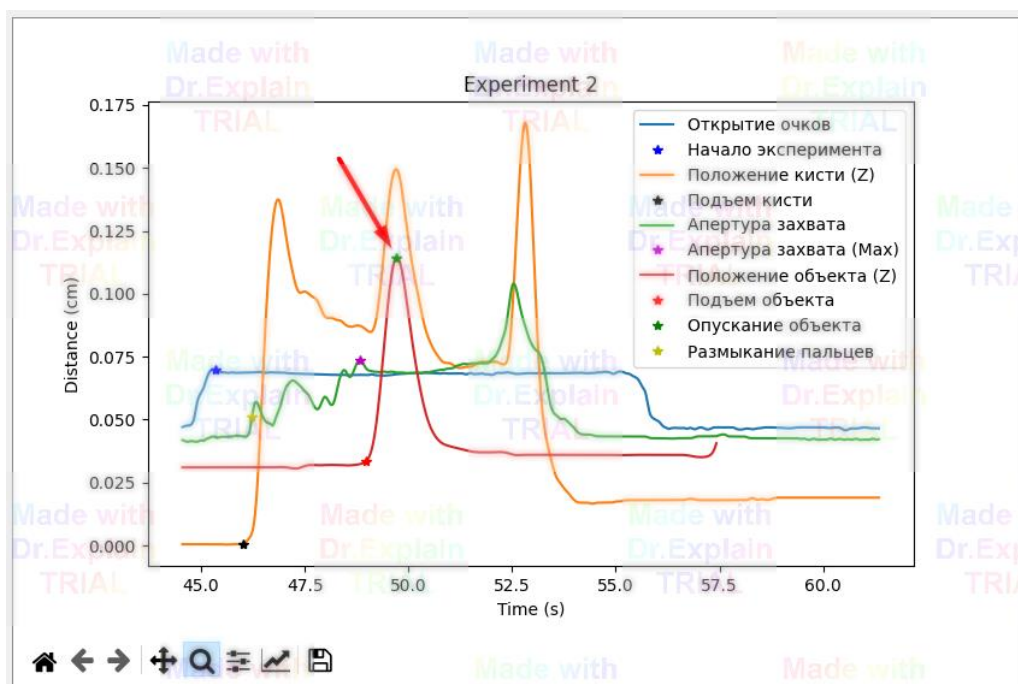


Рисунок 4.16 - Влияние увеличения параметра **Пороговое значение скорости опускания предмета**

– **Влияние уменьшения:** Позволяет определять точку опускания предмета позднее. Слишком высокое значение не фиксирует точки опускания предмета (Рисунок 4.17).

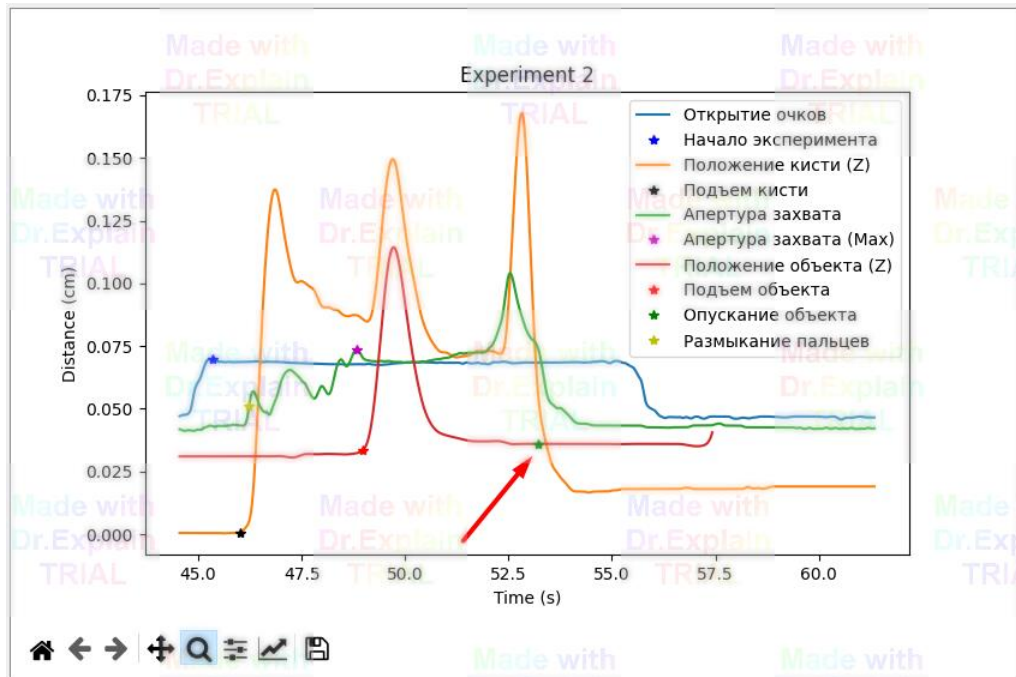


Рисунок 4.17 - Влияние уменьшения параметра **Пороговое значение скорости опускания предмета**

Параметр: *Максимальное и минимальное значение Frame-Glasses* - определяют расстояние между трекерами на движимой и неподвижной частях очков испытуемого (Рисунок 4.18). Необходимо изменять только при изменении очков (маски), используемых в ходе эксперимента.

Возможные значения: от 0 до без ограничений (точность до 16 знаков включительно в дробной части). Значения по умолчанию: **Максимальное значение Frame-Glasses** - 0.07; **Минимальное значение Frame-Glasses** - 0.051.

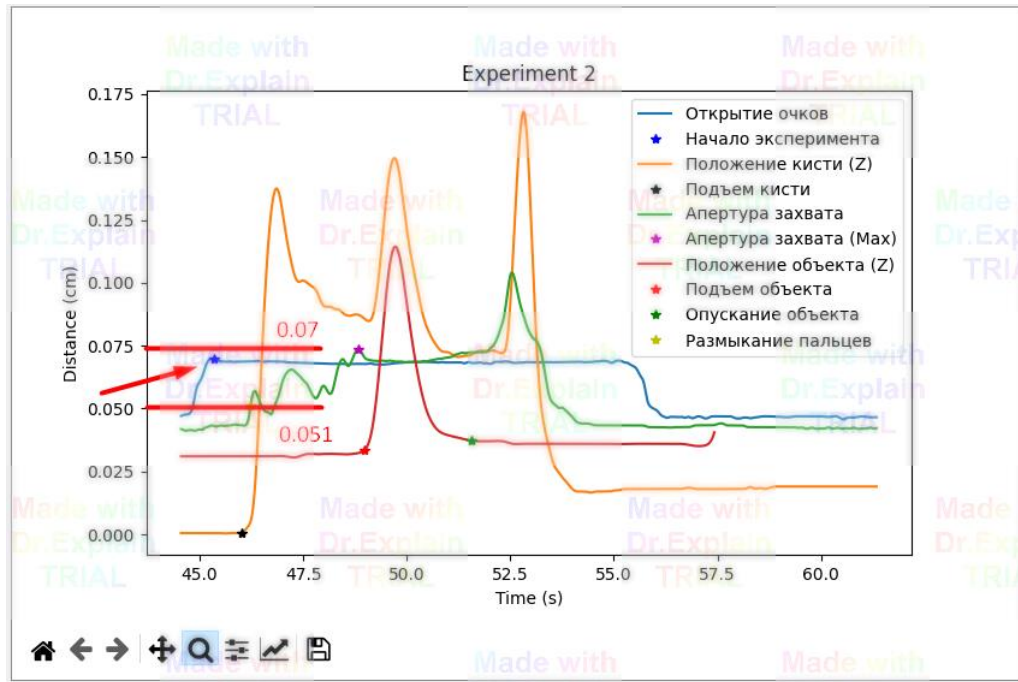


Рисунок 4.18 - Пояснение логики применения параметров **Максимальное и минимальное значение Frame-Glasses**

Основные действия:

- Нажать кнопку **"Настройки"**.
- Ввести значения интересующего параметра/-ов, согласно логике описанной в пункте **3 - Подготовительные действия**.

Заключительные действия:

- Нажать **"Обновить отчёт"** для пересчёта данных;
- Убедиться в обновлении метрик в таблице;
- Для обновления графика необходимо повторно нажать кнопку **"Визуализация данных"**, предварительно выбрав интересующую запись в таблице.

Описание операции 4: Экспорт данных

Наименование: Сохранение результатов анализа.

Условия выполнения:

- Данные загружены и обработаны;
- Пользователь подготовил файл конфигурационных параметров.

Подготовительные действия:

- Проверить корректность файла конфигурации в формате *.xlsx*.

Основные действия:

- Нажать кнопку "Экспорт" (Рисунок 4.19).

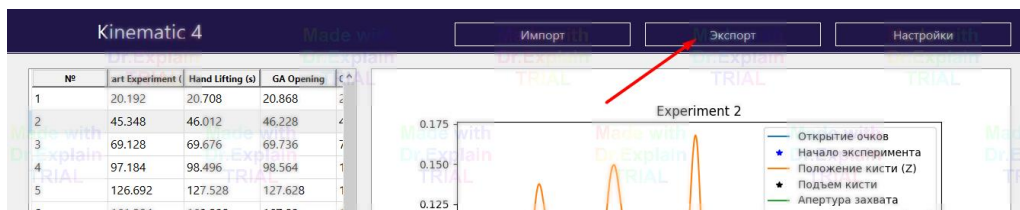


Рисунок 4.19 - Кнопка "Экспорт" для экспорта данных в *xlsx*

- Указать номер эксперимента для сохранения и нажать "ОК" (Рисунок 4.20).

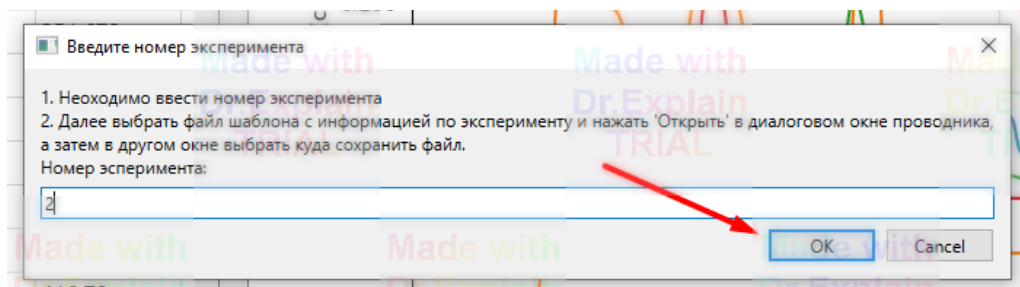


Рисунок 4.20 - Окно указания номера экспортируемого эксперимента

- Выбрать файл конфигурации *.xlsx* и нажать "Открыть" (Рисунок 4.21).

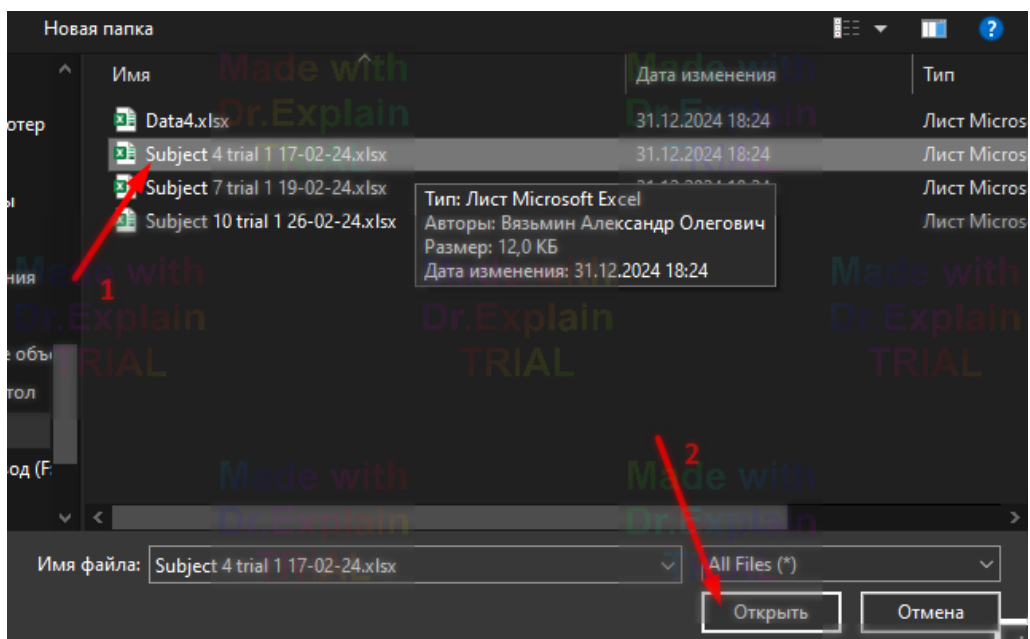


Рисунок 4.21 - Окно выбора файла конфигурации испытания

– Указать директорию для сохранения итогового .xlsx в следующем окне (Рисунок 4.22).

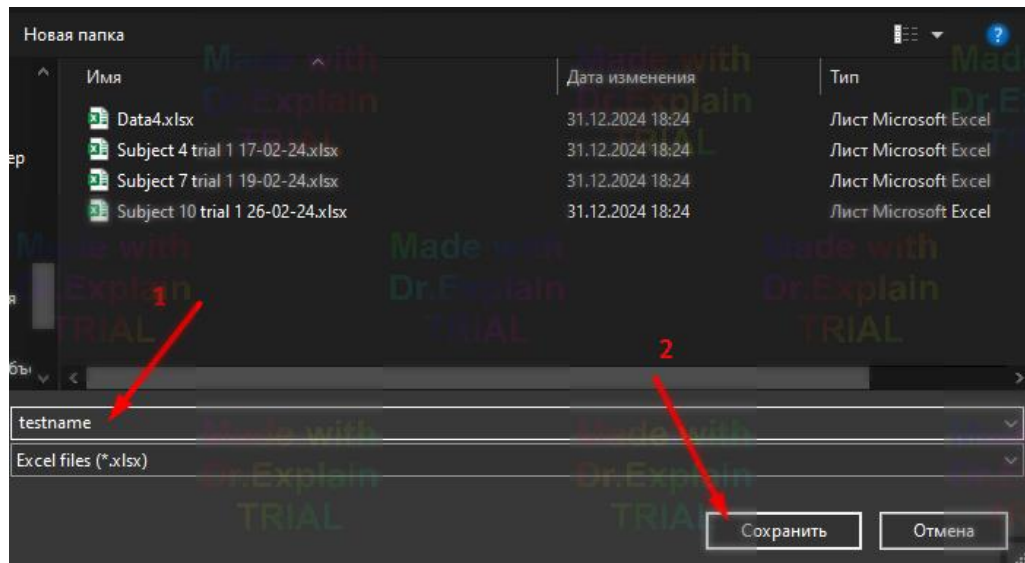


Рисунок 4.22 - Окно сохранения итогового файла испытания с рассчитанными метриками

Заключительные действия:

– Проверить, что файл сохранён и содержит объединённые данные эксперимента и конфигурации.

Ресурсы:

– Системное время выполнения операции экспорта до 1 секунды.

5 АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ

1) Действия при несоблюдении условий выполнения технологического процесса

1) Продолжительные отказы технических средств:

1) Убедиться в исправности оборудования (компьютер, операционная система).

2) Перезапустить приложение, если проблема не устранена.

2) Отсутствие необходимых данных:

1) Убедитесь, что загруженные данные содержат все параметры, необходимые для расчётов.

2) Если параметры отсутствуют, повторите загрузку корректного файла.

2) Действия по восстановлению программ и/или данных

1) При отказе магнитных носителей:

1) Убедиться в наличии резервной копии программного обеспечения и данных.

2) Переустановить программу из дистрибутива.

3) Использовать резервную копию данных для восстановления.

2) При обнаружении ошибок в данных:

1) Перепроверьте корректность исходного файла.

2) Исправьте данные в исходном файле и повторите загрузку.

3) Действия в других аварийных ситуациях

1) Предупреждения и ошибки, возникающие в программе:

– **Предупреждение: при импорте не выбран файл** (Рисунок 5.1).

Действия: Выберите файл для импорта и повторите попытку.

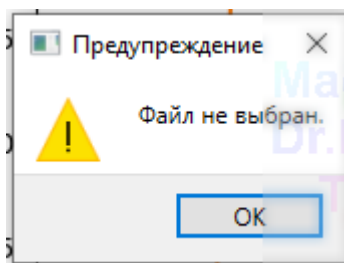


Рисунок 5.1 - Окно предупреждения: Файл не выбран

– **Ошибка: указаны некорректные параметры настройки** (например, отсутствуют данные для параметров Максимальное и минимальное значение Frame-Glasses)(Рисунок 5.2).

Действия: Проверьте параметры настройки и убедитесь, что данные соответствуют заданным условиям.

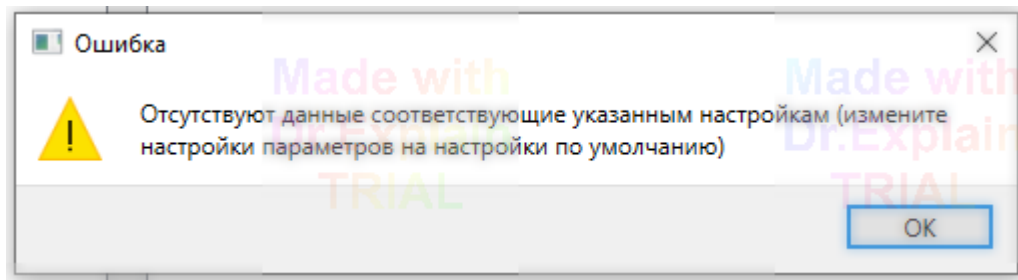


Рисунок 5.2 - Окно ошибки: Отсутствуют данные, соответствующие указанным настройкам

– **Ошибка: не указан номер эксперимента при экспорте.**

Действия: Укажите номер эксперимента в запросе и повторите экспорт.

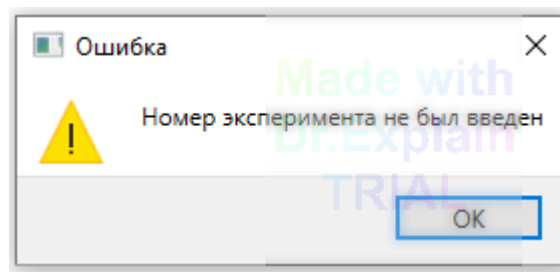


Рисунок 5.3 - Окно ошибки: Номер эксперимента не был введен

– **Ошибка: импортирован некорректный файл.**

Действия: Проверьте, что файл соответствует формату .mat и содержит необходимые данные. Загрузите корректный файл.

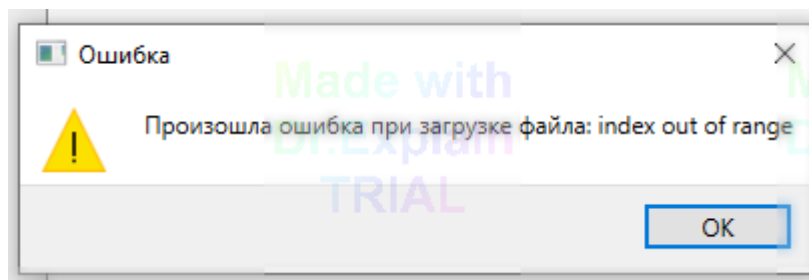


Рисунок 5.4 - Окно ошибки: Произошла ошибка при загрузке файла

– **Ошибка: при экспорте выбран некорректный файл конфигурационных данных.**

Действия: Проверьте файл конфигурации, выберите корректный файл и повторите операцию.



Рисунок 5.5 - Окно ошибки: Не удалось сохранить файл

4. Общие рекомендации

- 1) Всегда сохраняйте резервные копии данных.
- 2) При возникновении повторяющихся или неописанных ошибок обращайтесь к разработчику.

6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ

Для успешного освоения и эксплуатации программы **Kinematic4** рекомендуется придерживаться следующего порядка действий:

1) Ознакомление с документацией

1) Руководство пользователя (СНМ-файл): Изучите основные возможности программы, описание интерфейса и порядок выполнения операций. Обратите внимание на разделы, посвящённые:

- 1) Импорту данных;
- 2) Настройке параметров визуализации и алгоритмов расчёта;
- 3) Экспорту данных.

2) Запуск программы

- 1) Распакуйте архив с дистрибутивом;
- 2) Перейдите в папку Application;
- 3) Запустите файл Kinematic4.exe.

3) Работа с контрольным примером

Для освоения программы рекомендуется использовать предоставленный **контрольный пример**, который включает тестовые данные. Контрольный пример представляет собой файл в формате .mat, содержащий данные эксперимента с различными параметрами движения. Название файла: *ExampleData.mat*.

Порядок выполнения контрольного примера:

1) Импорт данных:

- 1) Нажмите кнопку "**Импорт**" на главной странице;
- 2) Выберите файл ExampleData.mat из папки TestData;
- 3) Проверьте, что данные успешно загрузились и отобразились в таблице.

2) Визуализация данных:

- 1) Выберите строку таблицы, соответствующую эксперименту;
- 2) Нажмите кнопку "**Визуализация данных**";
- 3) Убедитесь, что график отображает параметры эксперимента, включая ключевые точки (например, подъём кисти, захват объекта).

3) Настройка параметров фильтрации:

- 1) Включите или отключите чекбоксы для параметров визуализации (например, "Положение кисти (Z)" или "Апертура захвата");

2) Нажмите **"Применить фильтры"**, чтобы обновить график с учётом выбранных параметров.

4) Настройка алгоритмов расчёта:

1) Перейдите в настройки алгоритмов расчёта;

2) Измените значения, например, **"Пороговое значение скорости подъёма кисти"**;

3) Нажмите **"Обновить отчёт"**, чтобы пересчитать данные.

5) Экспорт данных:

1) Нажмите кнопку **"Экспорт"**;

2) Укажите номер эксперимента и выберите файл конфигурации в формате *.xlsx*;

3) Сохраните результирующий файл.

4) Правила эксплуатации

1) Используйте актуальные версии ПО для работы с данными в формате *.mat*;

2) Обеспечьте соответствие минимальным системным требованиям;

3) При возникновении ошибок обращайтесь к разделу "Аварийные ситуации" в документации.

5) Рекомендуемые знания

1) Для интерпретации результатов анализа полезно обладать базовыми знаниями в области кинематики движения;

2) Ознакомьтесь с ключевыми терминами, такими как "апертура захвата", "положение кисти", "скорость подъёма" и др.

7 ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

Термин	Полная форма
Испытание	Физический процесс, проводимый в лаборатории, в ходе которого испытуемого просят схватить объект, который ставят перед ним, и поставить на заданное место. Движение повторяется 64 раза (эксперимента).
Эксперимент	Часть <i>Испытания</i> , в рамках которой выполняется одно из 64 движений в лаборатории
Кинематика	Раздел механики, изучающий движение тел без учета их массы и действующих на них сил. Основной целью кинематического анализа является нахождение значений и направлений скоростей и ускорений точек механизма, а также угловых скоростей и ускорений его звеньев.
Кинематический анализ	Процесс определения положений звеньев, траекторий отдельных точек механизма, угловых скоростей и ускорений звеньев, линейных скоростей и ускорений отдельных точек механизма
Моторное планирование	Способность понять, спланировать и реализовать незнакомое двигательное действие или последовательность действий.
Интеграция	Процесс объединения различных компонентов или систем с целью создания единого и функционального целого. В контексте разработки программного обеспечения и информационных технологий интеграция подразумевает взаимодействие между различными программами, приложениями или сервисами для обеспечения их взаимной совместимости и эффективной работы вместе.
Десктопное приложение	Программа, которая устанавливается на компьютер пользователя и работает под управлением операционной системы.
ПКМ	Правая кнопка мыши. Операция нажатия правой кнопки мыши для вызова контекстного меню или выполнения других действий, предусмотренных программой.
ЛКМ	Операция нажатия левой кнопки мыши для выбора объектов, запуска функций или выполнения других действий.
Модальное окно	Всплывающее окно, которое требует обязательного взаимодействия пользователя перед выполнением других операций. Например, окно подтверждения или предупреждения.

Контекстное меню	Выпадающий список команд или параметров, отображаемый при нажатии ПКМ на объекте или рабочей области.
Панель инструментов	Группа кнопок или иконок на экране, предоставляющих быстрый доступ к часто используемым функциям или командам.
Пользовательский интерфейс (UI)	Визуальная часть программы, с которой взаимодействует пользователь. Включает кнопки, поля ввода, окна и другие элементы.
Кнопка	Элемент интерфейса, на который можно нажать для выполнения определенной функции (например, "ОК", "Отмена", "Сохранить").
Форма ввода	Экран или окно, предназначенное для ввода данных пользователем. Может содержать текстовые поля, флажки, переключатели и другие элементы.
Флажок (чекбокс)	Элемент интерфейса в виде квадрата, который пользователь может включить или выключить для выбора параметра.
Поле ввода	Элемент интерфейса, где пользователь может ввести текст или данные.
Уведомление	Сообщение на экране, информирующее пользователя о текущем состоянии системы, результатах выполнения действия или ошибке.
Логирование	Процесс записи действий программы, ошибок и других событий для последующего анализа.
Диалоговое окно	Окно, предназначенное для взаимодействия пользователя с программой, например, для ввода данных или выбора опций.
Загрузка	Процесс открытия файла, программы или данных в систему.
Ошибка выполнения (runtime error)	Сообщение о некорректной работе программы, возникающее во время ее использования.

Лист регистрации изменений

[illegible]