**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ   
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук

Департамент программной инженерии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Руководитель проекта, старший преподаватель факультета компьютерных наук департамента «Программная инженерия»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д. В. Пантюхин  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г. | УТВЕРЖДАЮ  Академический руководитель образовательной программы «Программная инженерия»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В. В. Шилов  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г. | |
| |  |  | | --- | --- | | Подп. и дата |  | | Инв. № дубл. |  | | Взам. Инв. № |  | | Подп. и дата |  | | Инв. № подл. | **RU.17701729.04.13-01 ПМИ 01-1** | | **Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора**  **Программа и методика испытаний**  **ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**  **RU.17701729.04.13-01 ПМИ 01-1-ЛУ**  **Исполнитель**  Студент группы БПИ 199  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Н. Д. Зубарева/  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г.    **Москва 2020** | | |  | |

**УТВЕРЖДЕНО**  
**RU.17701729.04.13-01 ПМИ 01-1-ЛУ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | Подп. и дата |  | | Инв. № дубл. |  | | Взам. Инв. № |  | | Подп. и дата |  | | Инв. № подл. | **RU.17701729.04.13-01 ПМИ 01-1**  \_\_\_\_\_\_\_\_ | | **Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора**  **Программа и методика испытаний**  **RU.17701729.04.13-01 ПМИ 01-1**  **Листов 26**  **Москва 2020**  СОДЕРЖАНИЕ  [1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ 3](#_Toc41320321)  [2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ 4](#_Toc41320322)  [3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ 5](#_Toc41320323)  [3.1 Требование к функциональным характеристикам 5](#_Toc41320324)  [3.1.1 Требования к составу выполняемых функций 5](#_Toc41320325)  [3.1.2 Требования к интерфейсу 5](#_Toc41320326)  [3.1.3 Требования к формату входных данных 5](#_Toc41320327)  [3.1.4 Требования к выходным данным 5](#_Toc41320328)  [3.2 Требования к надёжности 5](#_Toc41320329)  [4 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ 6](#_Toc41320330)  [4.1 Предварительный состав программной документации 6](#_Toc41320331)  [4.2 Специальные требования к программной документации 6](#_Toc41320332)  [5 СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ 7](#_Toc41320333)  [5.1. Технические средства 7](#_Toc41320339)  [5.2. Программные средства 7](#_Toc41320340)  [5.3. Порядок проведения испытаний 7](#_Toc41320341)  [6 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ 8](#_Toc41320342)  [6.1 Проверка функциональных требований 8](#_Toc41320343)  [6.1.1 Задание и сохранение параметров симуляции 8](#_Toc41320344)  [6.1.2 Генерация сигналов от целей и помех с заданными параметрами 10](#_Toc41320345)  [6.1.3 Сохранение и загрузка результатов работы 12](#_Toc41320346)  [6.1.4 Визуализация результатов работы. 14](#_Toc41320347)  [6.1.5 Проверка требований к интерфейсу. 17](#_Toc41320348)  [6.1.6 Проверка требований к входным данным. 17](#_Toc41320349)  [6.1.7 Проверка требований к выходным данным. 17](#_Toc41320350)  [6.2 Проверка требований к надежности 17](#_Toc41320351)  [6.3 Проверка требований к программной документации 22](#_Toc41320352)  [СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 23](#_Toc41320353)  [ПРИЛОЖЕНИЕ 1 24](#_Toc41320354)  [ПРИЛОЖЕНИЕ 2 25](#_Toc41320355) |  |

1. **ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

**Наименование:** «Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора».

**Название исполняемого файла: «**Coursework.exe»

**Краткая характеристика и область назначения:** приложение симулирует и визуализирует работу радиолокационного устройства на основе параметров симуляции, задаваемых пользователем.

1. **ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Целью проведения описанных далее испытаний является проверка корректности работы программы, а также ее соответствия требованиям, изложенным в документе «Техническое задание».

1. **ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ**

Программа должна соответствовать следующим функциональным требованиям, изложенным в документе «Технической задание».

## **Требование к функциональным характеристикам**

## **3.1.1 Требования к составу выполняемых функций**

Программа должна:

* Давать возможность пользователю задавать параметры сигналов целей и помех посредством интерфейса пользователя и загрузки из файла;
* Генерировать сигналы от целей и помех с заданными параметрами;
* Визуализировать результаты работы;
* Симулировать работу радиолокатора по поиску, принятию и обработке сигналов, обнаружения целей, определению помех.

## **Требования к интерфейсу**

Интерфейс программы должен позволять пользователю задавать параметры целей и помех, загружать такие параметры из файла, сохранять и загружать ранее сохраненные результаты работы, визуализировать результаты работы.

Интерфейс должен содержать:

* Поля ввода параметров целей и помех (с опцией ввода данных из файла);
* Кнопки для загрузки и сохранения результатов работы;
* Поле с графическим отображением симуляции помех, сигналов целей.

## **Требования к формату входных данных**

Входными данными программы являются параметры сигналов целей, помех и радиолокатора задаваемые пользователем посредством интерфейса и загрузкой из файла текстового формата, а именно:

* число и расположение приемных элементов антенной решетки радиолокатора,
* векторы снятых наблюдений,
* количество векторов наблюдений, по которым составляется матрица наблюдений,
* коэффициент регуляризации оценки корреляционной матрицы принятого сигнала,
* пороговое значение функции сигнала,
* предполагаемое значение положения сигнала,
* ширина главного лепестка диаграммы направленности модуля по соответствующим углам,
* длительность приходящего сигнала.

## **Требования к выходным данным**

Выходными данными программы являются результаты обработки сигналов целей и помех представленные в

А) графическом виде в виде изображения обнаруженных целей, помех с указанием их характеристик (мощность испускаемого сигнала и т.д.)

Б) виде сохраненного текстового файла.

## **Требования к надёжности**

Программа должна проверять корректность введенных данных, программа не должна завершаться аварийно.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

На испытание должна быть представлена документация к программе в следующем составе:

## **Предварительный состав программной документации**

Должна быть разработана следующая программная документация в соответствии и ГОСТ ЕСПД:

* «Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора». Техническое задание [1];
* «Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора». Программа и методика испытаний [2];
* «Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора». Текст программы [3];
* «Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора». Пояснительная записка [4];
* «Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора». Руководство оператора [5];

## **Специальные требования к программной документации**

Документы к программе должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 19.106-78 и ГОСТами к каждому виду документа (см. п. 5.1.);

Пояснительная записка должна быть загружена в систему Антиплагиат через LMS «НИУ ВШЭ».

Документация и программа сдаются в электронном виде в формате .pdf или .docx в архиве формата .zip или .rar;

За один день до защиты комиссии все материалы курсового проекта:

– техническая документация,

– программный проект,

– исполняемый файл,

– отзыв руководителя,

– лист Антиплагиата

должны быть загружены одним или несколькими архивами в проект дисциплины «Курсовой проект 2019-2020» в личном кабинете в информационной образовательной среде LMS (Learning Management System) НИУ ВШЭ

1. **СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ**

**5.1.**  **Технические средства**

Во время испытаний должны быть использованы следующие технические средства:

* Процессор архитектуры Intel или AMD x86-64 с частотой не менее 1 ГГц;
* Монитор с разрешением 800х600 точек и более;
* Не менее 4 Гб ОЗУ;
* Не менее 5 Гб на жёстком диске;
* Клавиатура, мышь.

5.2. Программные средства

Во время испытаний должны быть использованы следующие программные средства:

* Windows XP или более поздняя версия операционной системы (32-разрядные или 64-разрядные);
* Установленный .NET Framework версии 4.5 и выше;
* Доступ к сети интернет или установленный MATLAB Runtime.

5.3. Порядок проведения испытаний

Перед проведением испытаний необходимо выполнить начальную загрузку операционной системы, скачать на компьютер архив CourseworkExe и распаковать его, если на компьютере установлен MATLAB Runtime, то перейти к следующему шагу, иначе запустить исполняемый файл MatlabRuntimeInstaller.exe и с его помощью установить MATLAB Runtime. Для начала работы программы запустить исполняемый файл Coursework.exe.

Испытания должны проводиться в следующем порядке:

1. Проверка функциональных требований;
2. Проверка требований к надежности;
3. Проверка требований к программной документации.

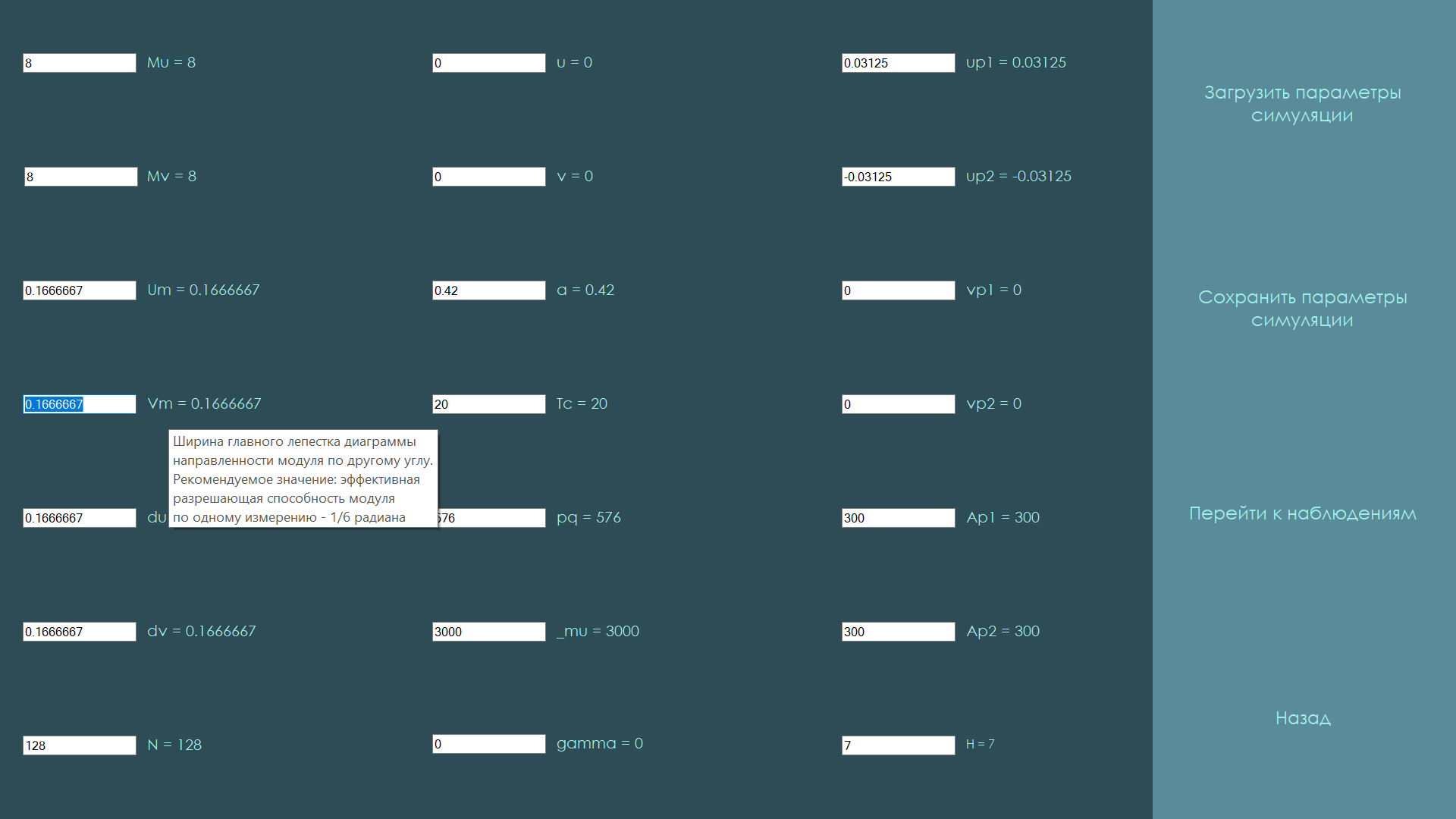
После окончания испытаний программу нужно закрыть.

1. **МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ**

## **Проверка функциональных требований**

* + 1. Задание и сохранение параметров симуляции

На странице задания параметров симуляции (рис. 1) есть текстовые поля для ввода значений параметров (приложение 2), сопровождаемые пояснениями о смысле параметров и рекомендуемыми значениями. В полях, кроме того, уже написаны дефолтные значения, с которыми пользователь может провести пробную симуляцию. При записи числа в ячейку значение параметра меняется, об этом свидетельствует изменение надписи, также изменения проверяется сохранением файла с параметрами и проверкой того, что значения соответствуют введенным.

Рисунок 1 - Страница задания параметров симуляции.

С помощью кнопки «Загрузить параметры симуляции» требуемые данные добавляются из файла, который выбирается пользователем через диалоговое окно (рис. 2). После добавления текстовые поля измененных параметров меняются в соответствии с новыми значениями параметров, что свидетельствует о добавлении данных.

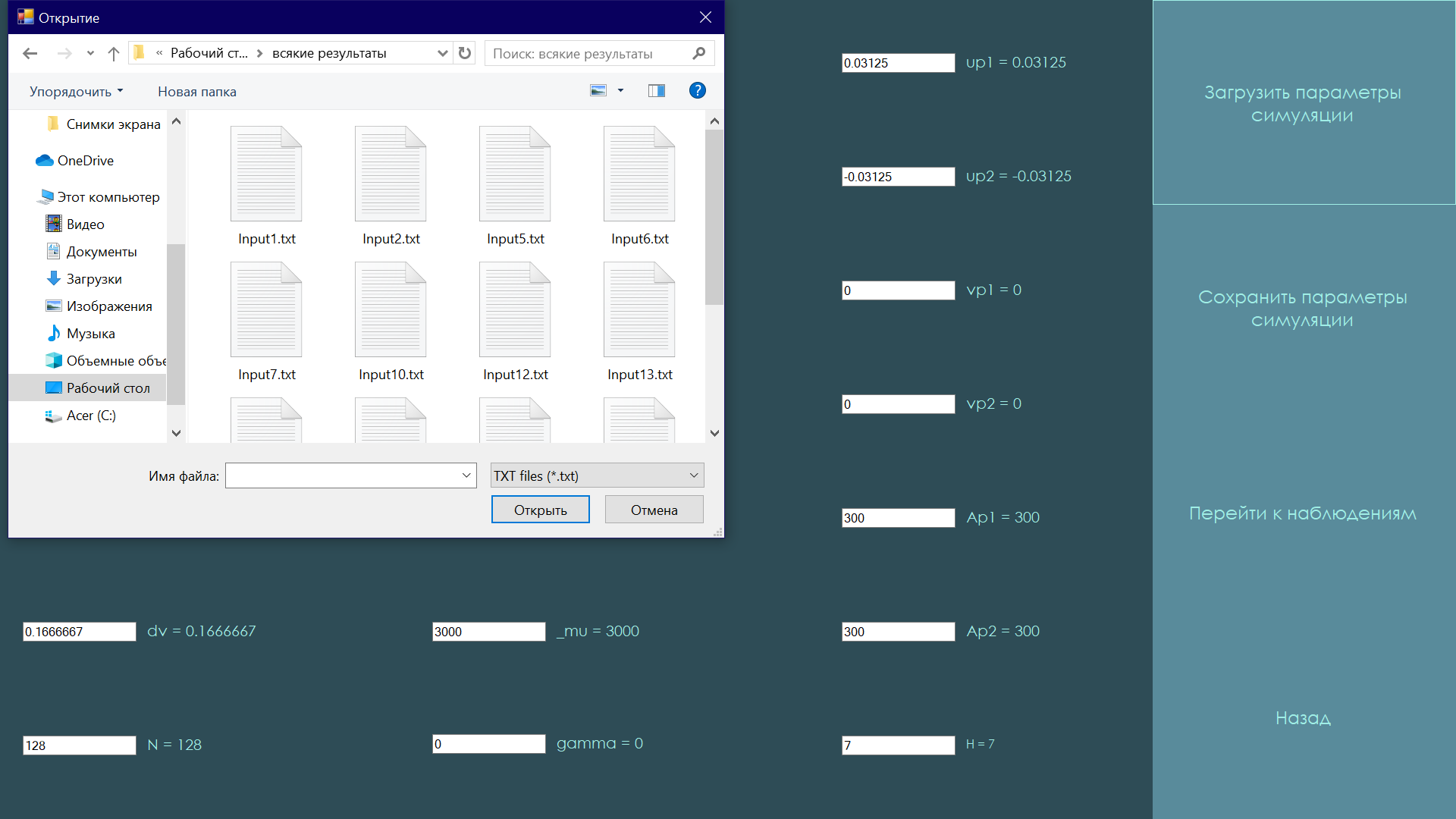


Рисунок 2 - Выбор файла для загрузки.

Для сохранения данных в файл, создаваемый также через открывающееся диалоговое окно (рис. 3), нажимается кнопка «Сохранить параметры симуляции».

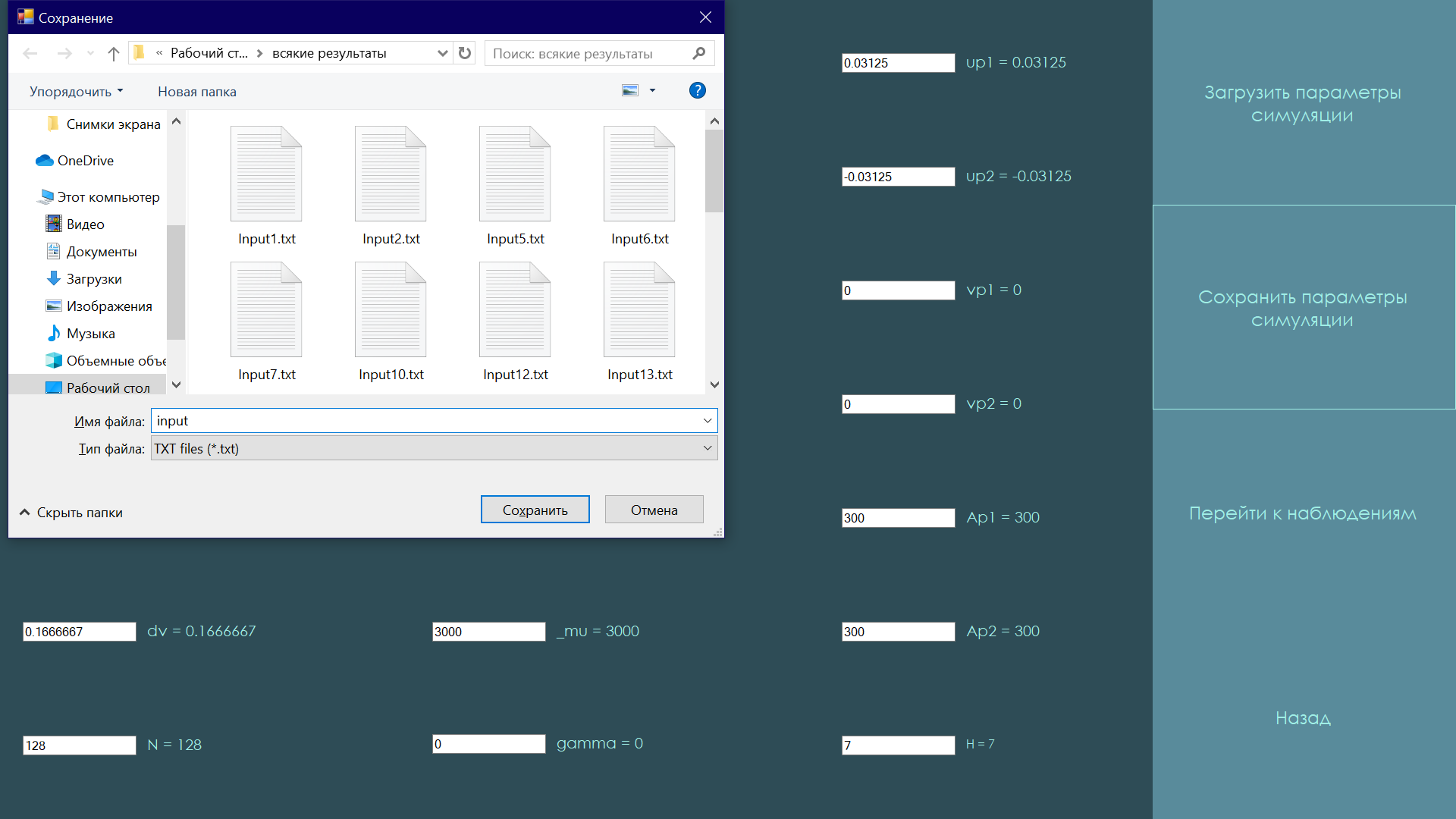


Рисунок 3 - Окно сохранения файла.

Всплывающее окно уведомляет пользователя об окончании работы, при открытии директорию и проверяется, что файл действительно находится там и содержит требуемые данные (рис. 4).

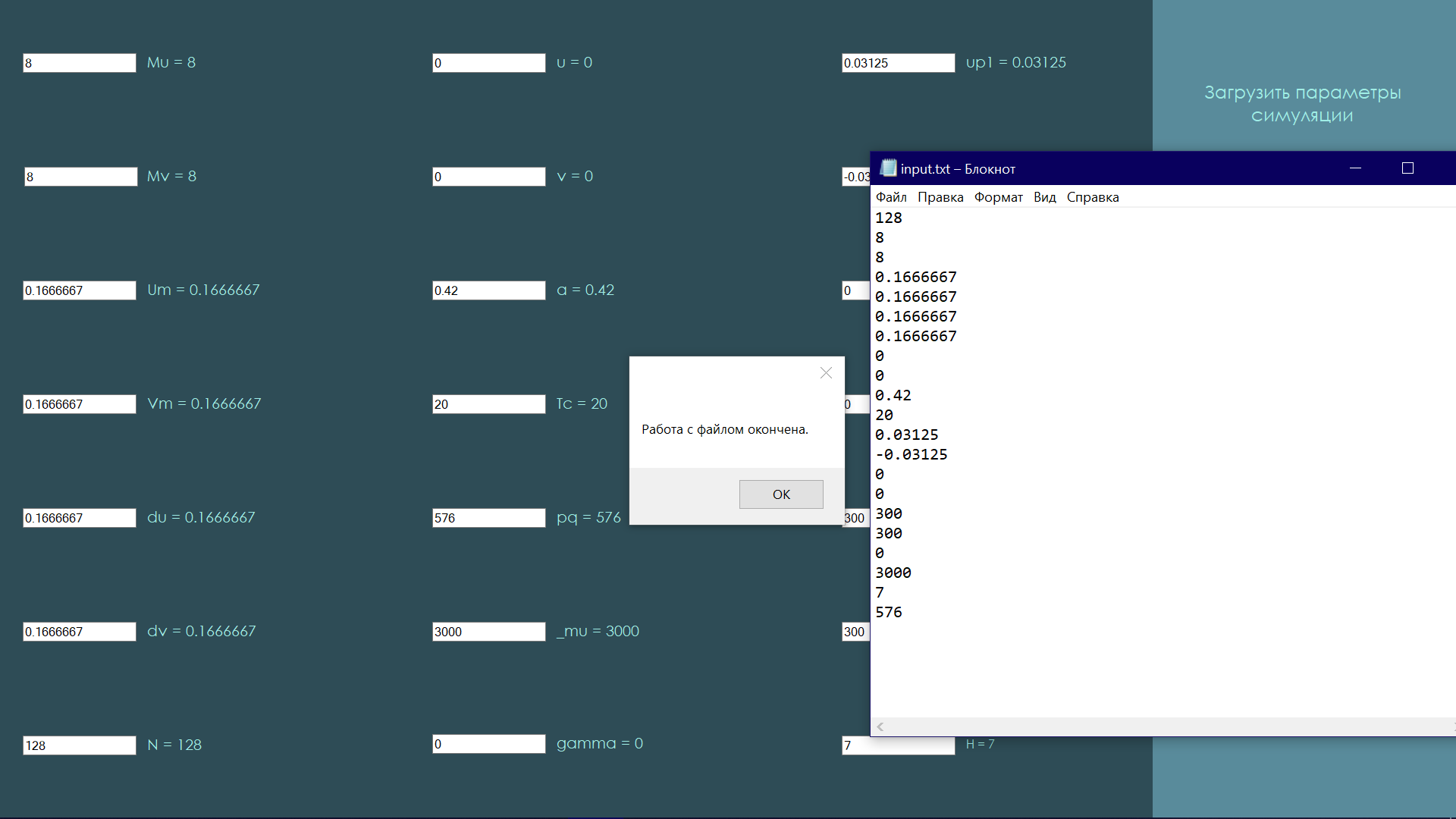


Рисунок 4 - Проверка сохранения файла.

Таким образом, входные данные программы соответствуют требованиям, являясь параметрами симуляции, и интерфейс удовлетворяет требованиям касательно работы с входными данных, реализуя несколько возможностей их задания, а также сохранение.

* + 1. Генерация сигналов от целей и помех с заданными параметрами

На странице работы с данными симуляции есть кнопки, позволяющие производить расчет наблюдений, корреляционной матрицы и статистики наблюдений.

При нажатии на кнопку генерации тех или иных данных запускается процесс, создающий файлы с данными и визуализирующий их. На время выполнения процесса кнопки на форме деактивизируются и отображается полоса прогресса выполнения (рис. 5):



Рисунок 5 - Процесс генерации наблюдений.

То, что файлы действительно появились в решении, проверяется через визуальную проверку их наличия в папке с исполняемым файлом, также проверяется то, что они действительно содержат требуемые числовые данные (рис. 6).

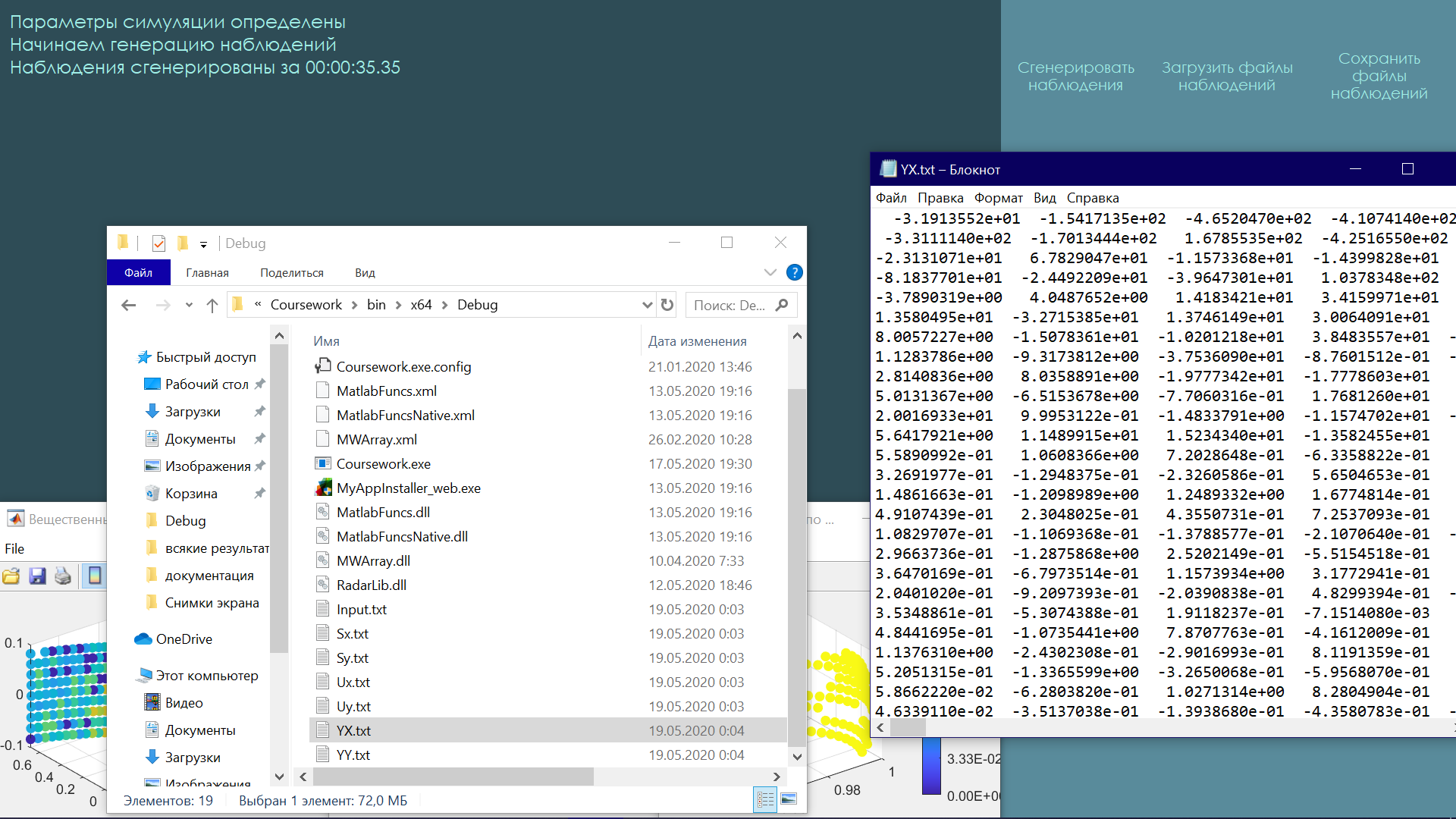


Рисунок 6 - Результат генерации наблюдений.

Нажатием на кнопку расчета каждого вида данных (наблюдения, корреляционная матрица, статистика наблюдений) проверяется генерация всех требуемых файлов, промежуточных и выходных данных.

* + 1. Сохранение и загрузка результатов работы

На странице работы с данными симуляции есть кнопки, позволяющие сохранять файлы полученных данных и загружать ранее полученные результаты.

С помощью кнопок загрузки файлов в процесс добавляются ранее сохраненные результаты работы через появляющееся диалоговое окно (рис. 7, рис. 8):

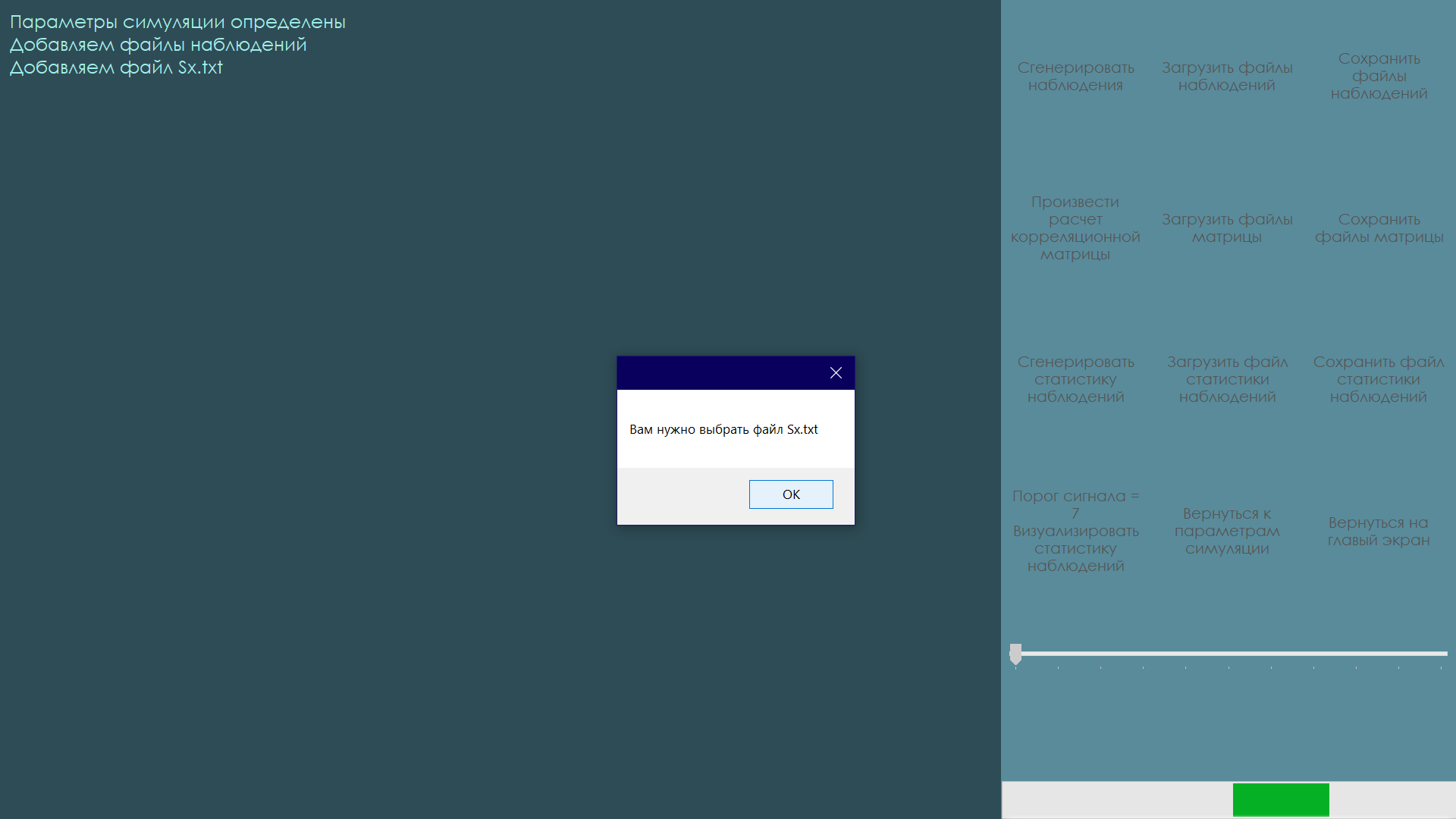


Рисунок 7 - Сообщение о выборе файла для загрузки.

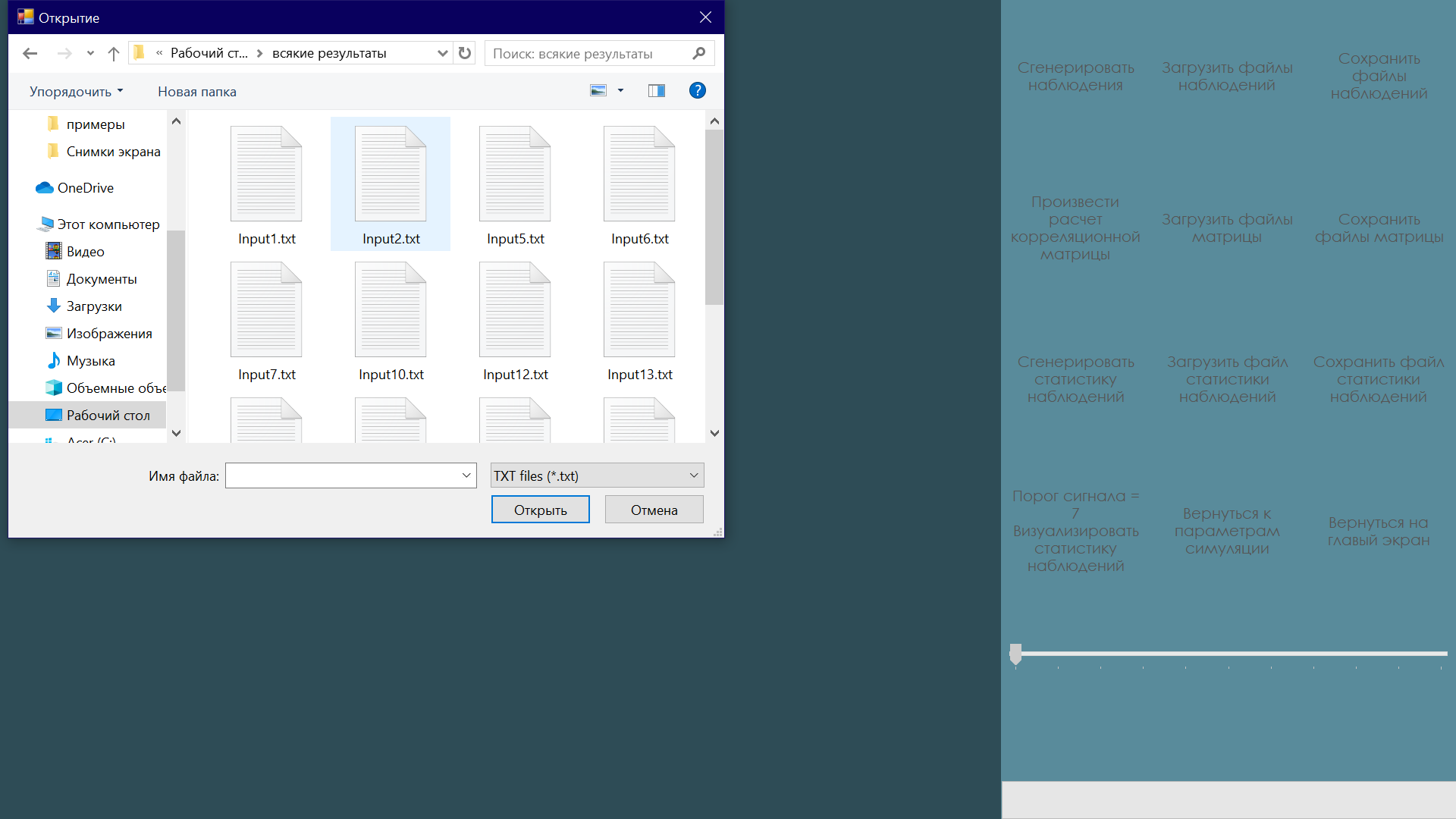


Рисунок 8 - Выбор файла для загрузки.

После того, как файлы добавлены к решению, их сохранение осуществляется через нажатие кнопку «Сохранить файлы» возникающее диалоговое окно (рис. 9, рис. 10):

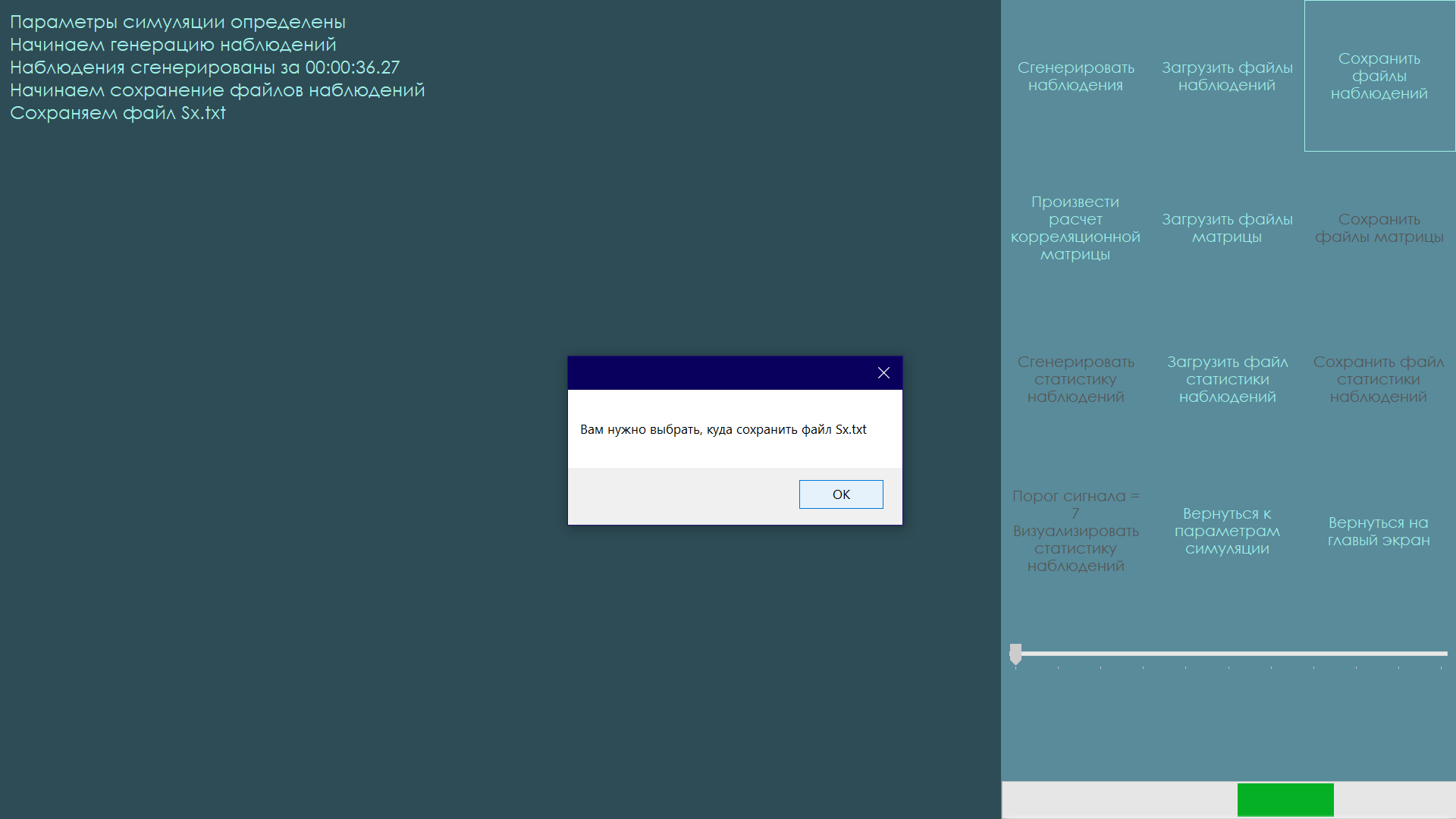


Рисунок 9 - Сообщение о сохранении файла.

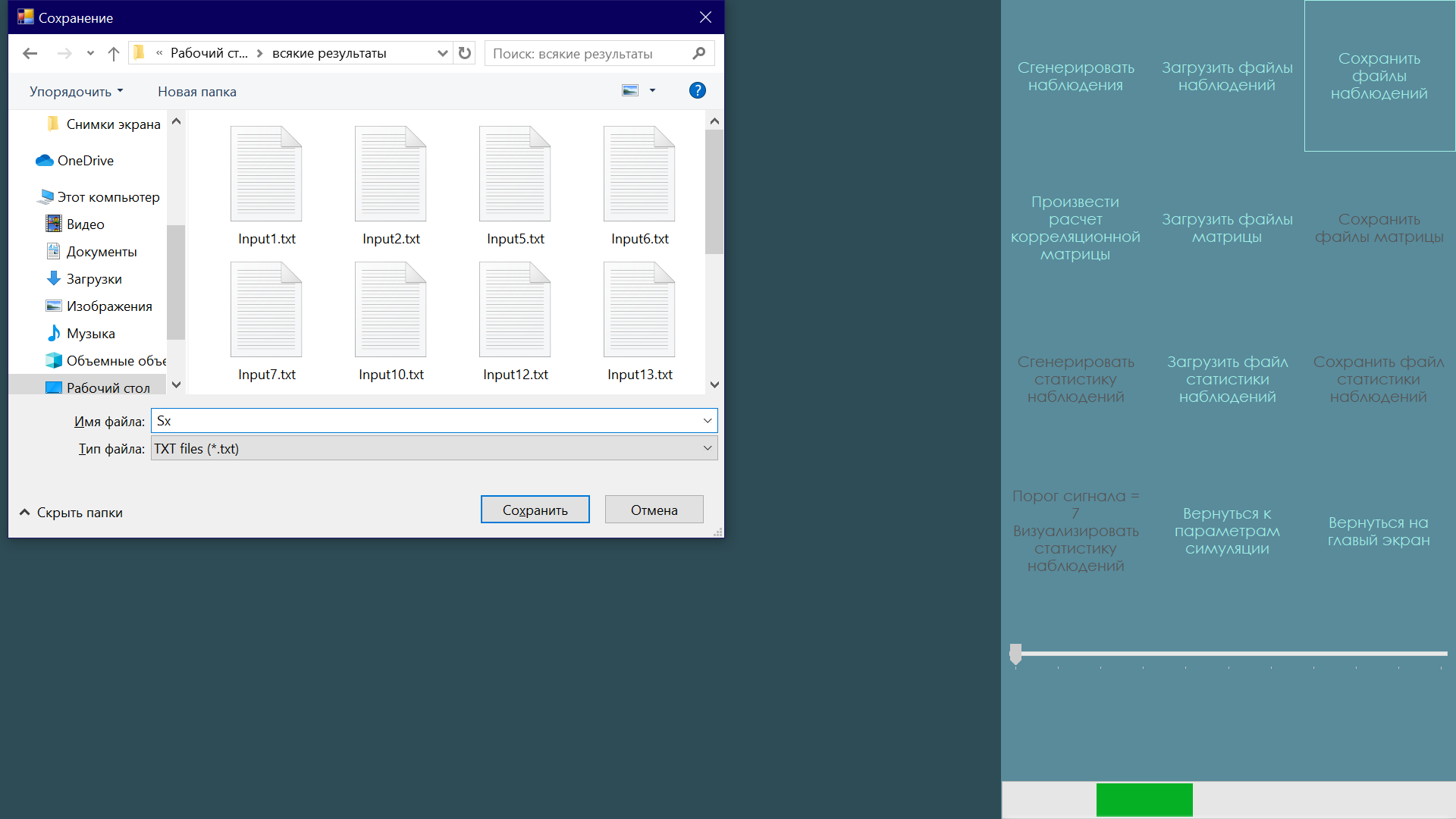


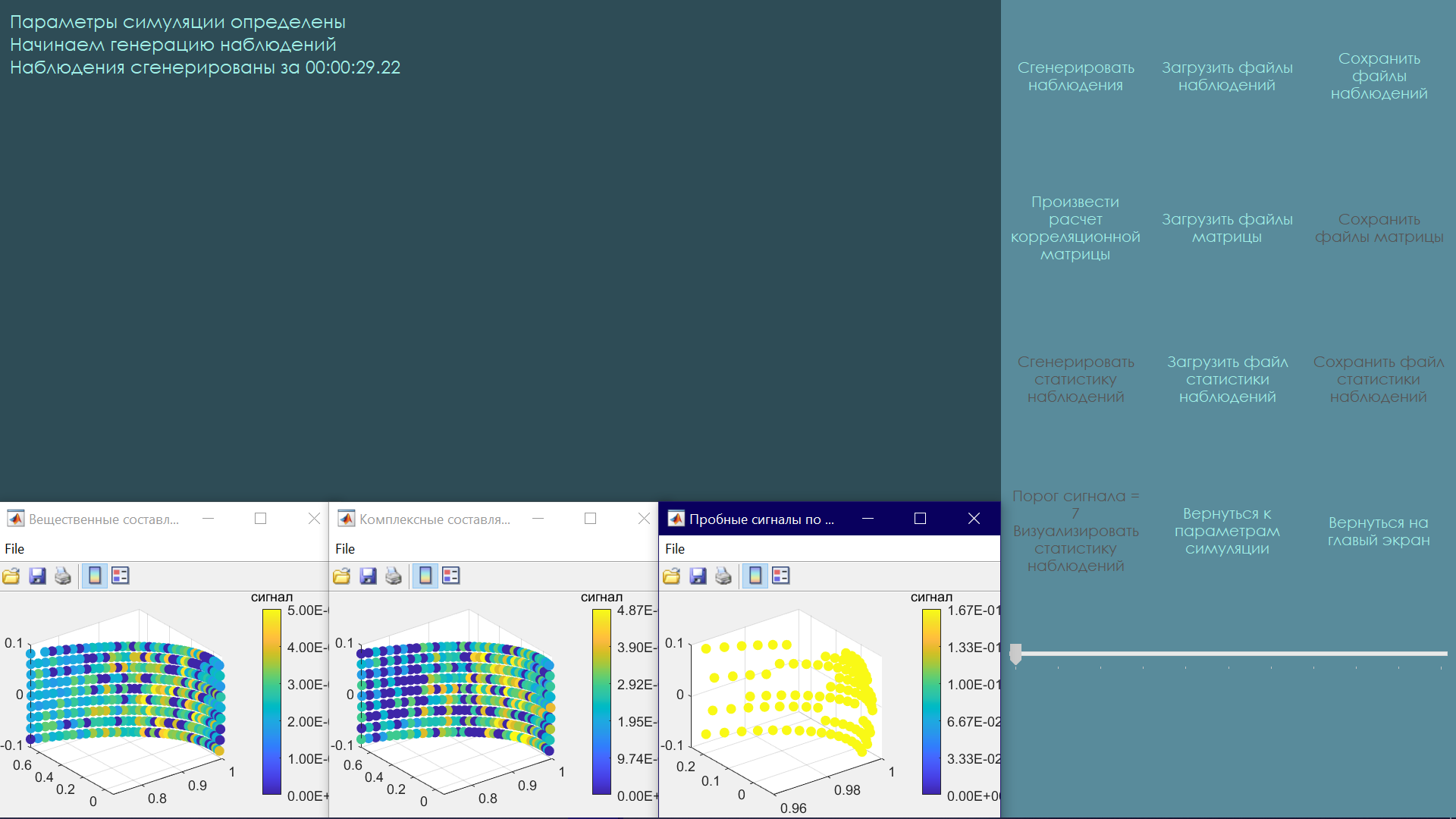
Рисунок 10 - Окно сохранения файла.

Соответственно, проверяются требования к программе относительно возможностей сохранения рассчитанных данных и загрузки существующих файлов с формированием данных на их основе.

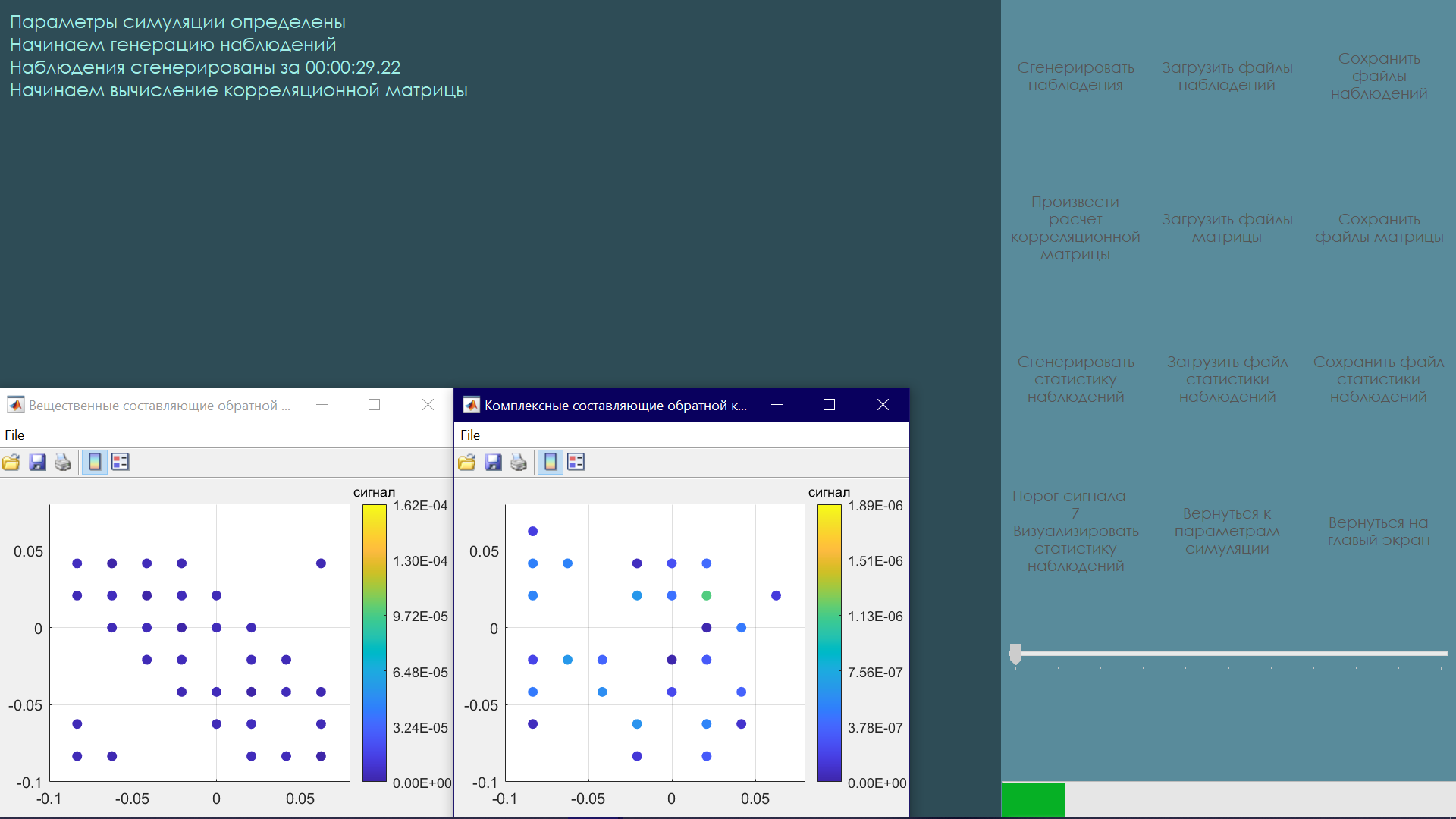
* + 1. Визуализация результатов работы.

Как и требуется от программы по визуализации, на каждом этапе работы программы происходит вывод на экран графических интерпретаций полученных данных, а именно наблюдений (рис. 11), корреляционной матрицы (рис. 12, отображение происходит в формате анимации) и статистики наблюдений (рис. 13) с возможностью повторного отображения с измененным порогом значения сигнала, адаптированного по желанию пользователя (рис. 14).

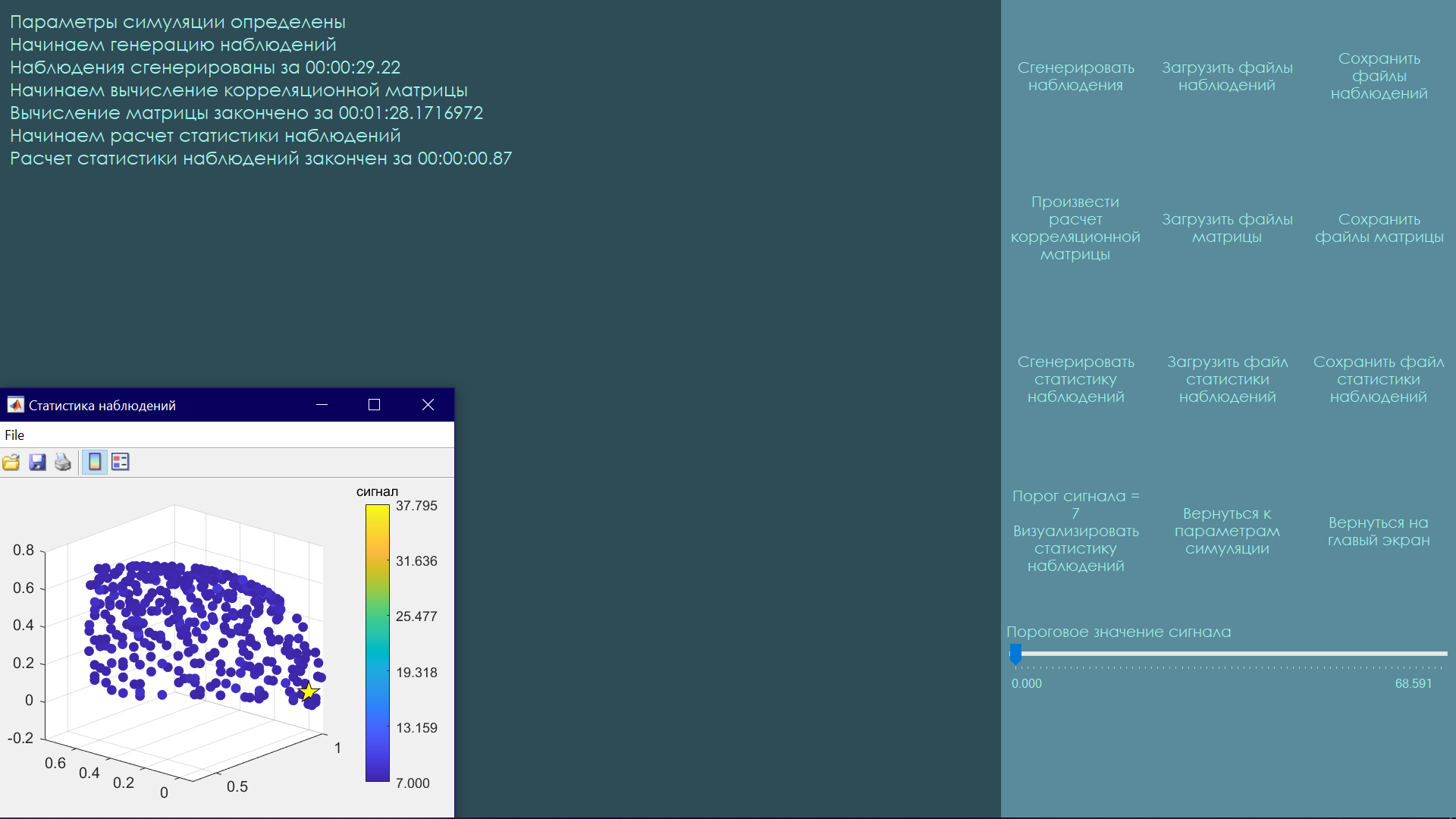
Для визуализации того или иного вида данных файл с этими данными добавляется к решению либо посредством расчета, либо при загрузке (пункты 6.1.2 и 6.1.3. соответственно).



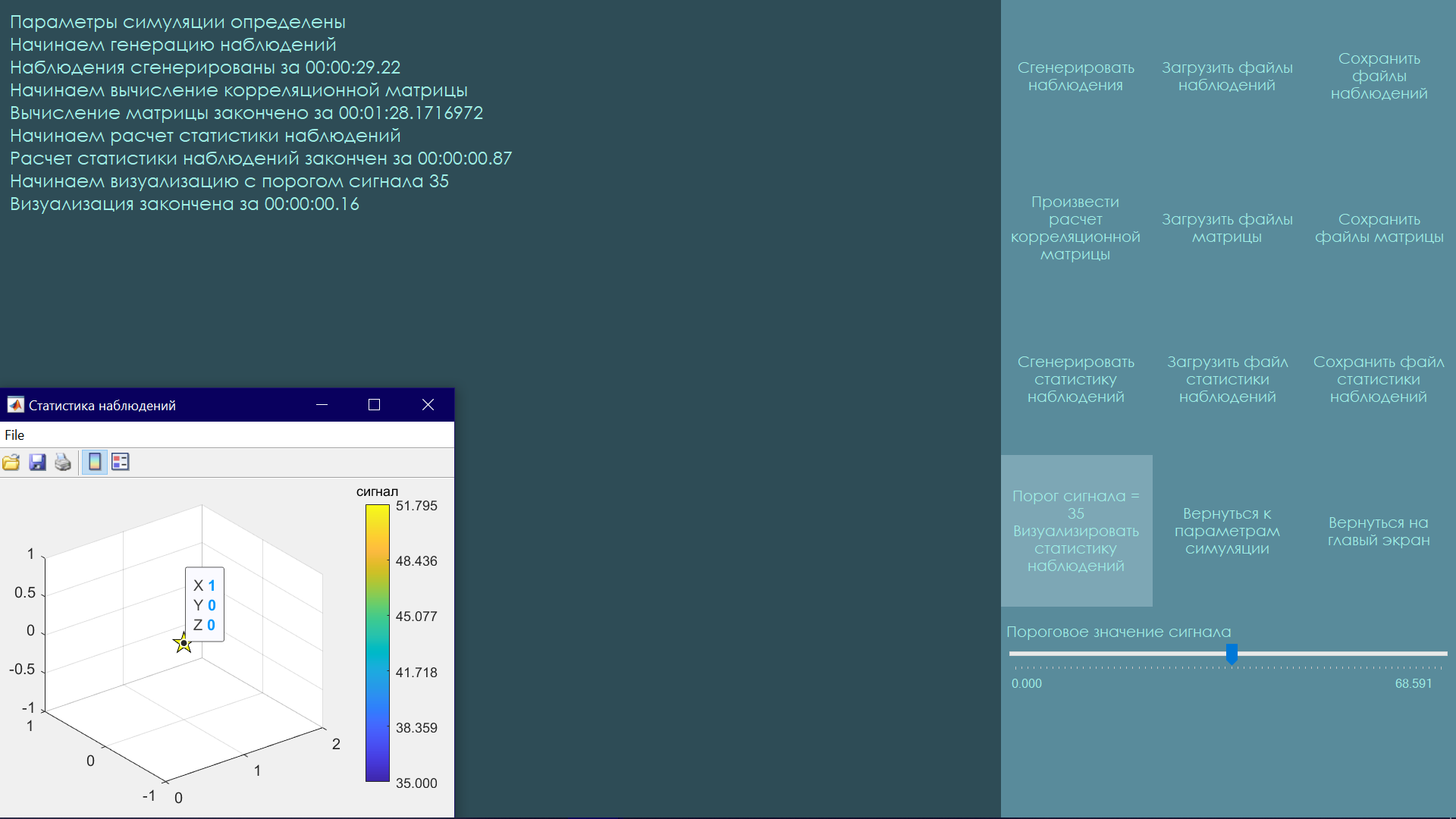
*Рисунок 11 - Визуализация файлов наблюдений.*



*Рисунок 12 - Визуализация файлов обратной корреляционной матрицы.*



*Рисунок 13 - Визуализация файла статистики наблюдений.*

****

*Рисунок 14 - Визуализация файла статистики наблюдений с измененным порогом сигнала.*

В ходе работы программы происходит визуализация данных на каждом значимом этапе, кроме того, существует возможность интерактивного взаимодействия с этими данными (посредством слайдера и изменения порогового значения сигнала). Интерфейс программы приспособлен для визуализации генерируемых данных и является достаточно наглядным их отображением. Таким образом программа действительно выполняет свою заявленную функцию и отвечает требованиям, обозначенным в «Техническом задании».

* + 1. Проверка требований к интерфейсу.

Как можно видеть в пунктах 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4 интерфейс приложения удовлетворяет требованиям и выполняет все необходимые функции.

* + 1. Проверка требований к входным данным.

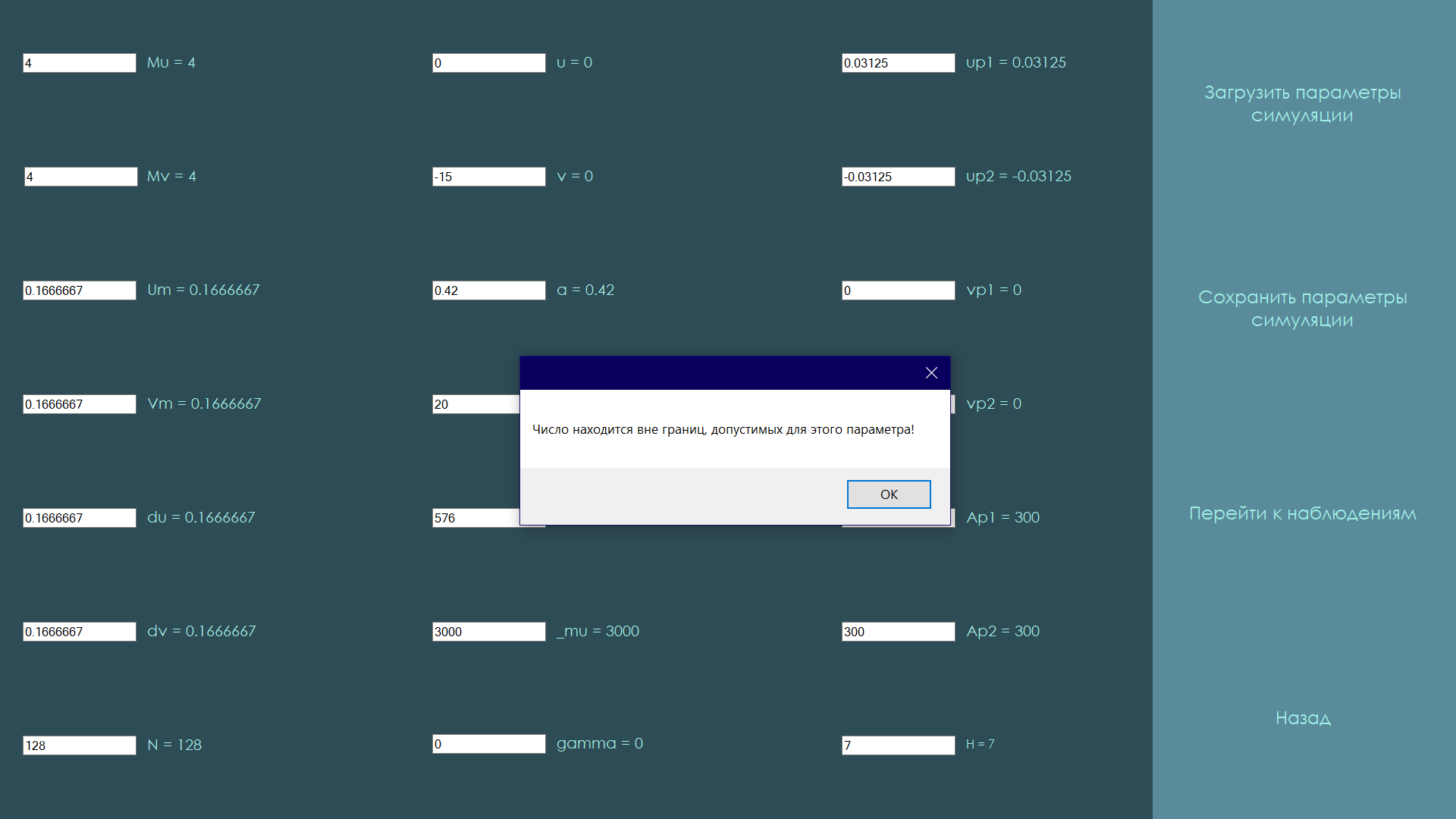
Пункт 6.1.1 свидетельствует о том, что входные данные соответствуют требованиям, также реализуются необходимые способы их задания.

* + 1. Проверка требований к выходным данным.

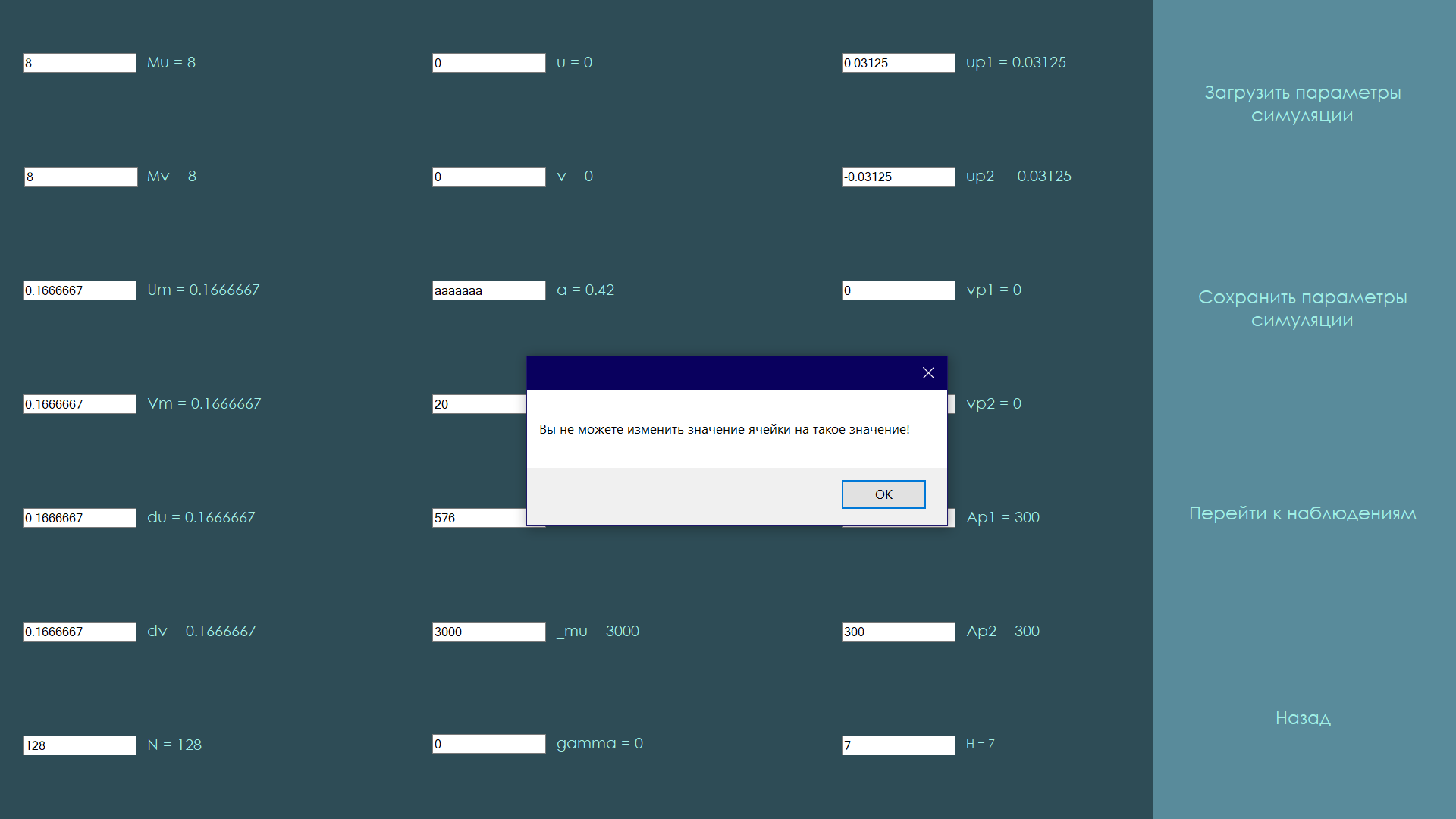
Из пунктов 6.1.2, 6.1.3 и 6.1.4 видно, что программа генерирует выходные данные в требуемых форматах.

## **Проверка требований к надежности**

На различных этапах работы пользователь может случайно или намеренно вводить противоречивые данные, не отвечающие требованиям программы. В таких ситуациях программа остается работоспособной и не завершается аварийно, вместо этого выводятся сообщения об ошибках и пользователю дается возможность продолжить с корректными данными. Среди таких сценариев, например, попытка ввести неправильное значение в текстовое поле для параметра симуляции (рис. 15, рис. 16):

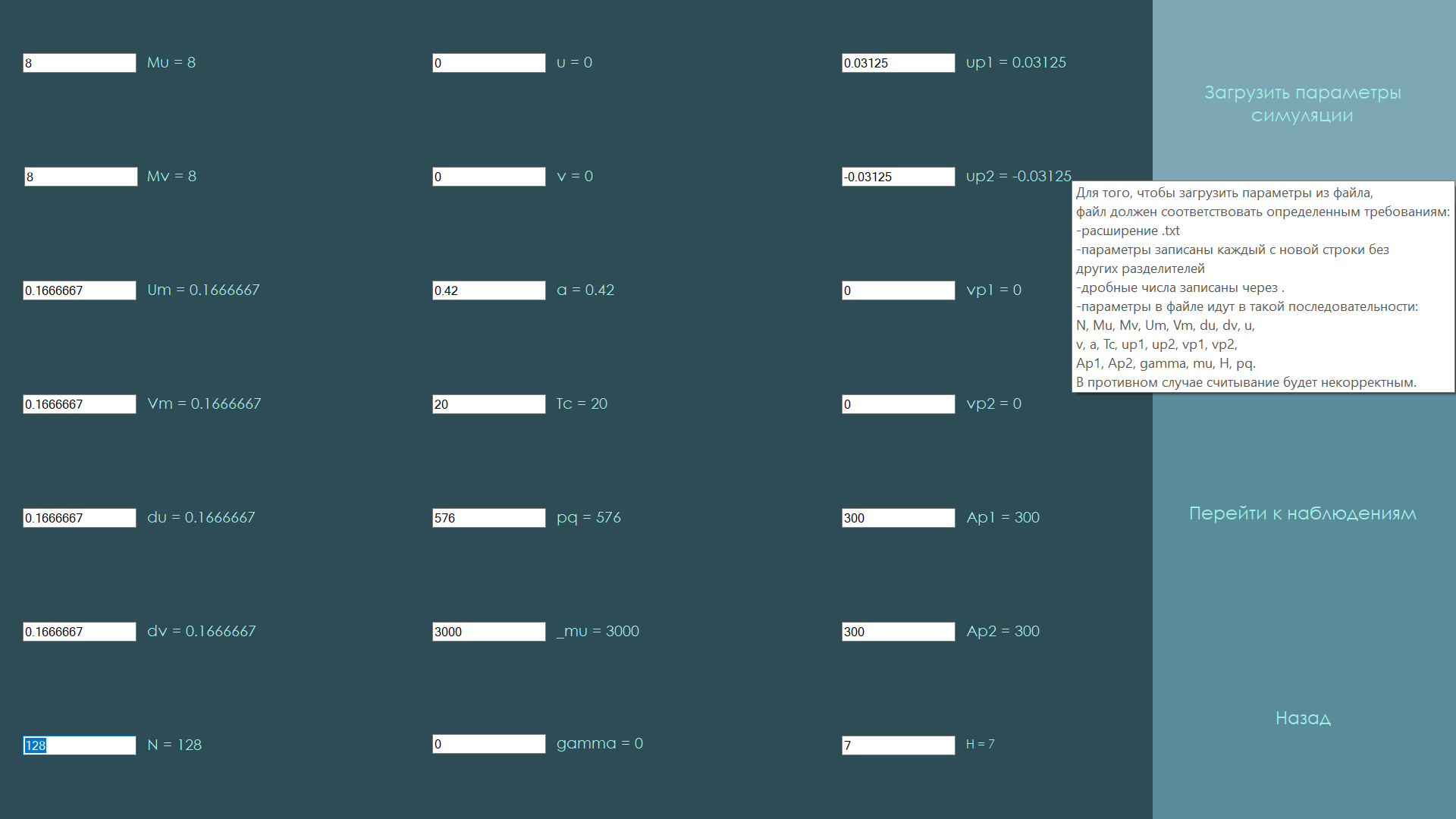


*Рисунок 15 - Попытка задать параметр v равным отрицательному числу.*

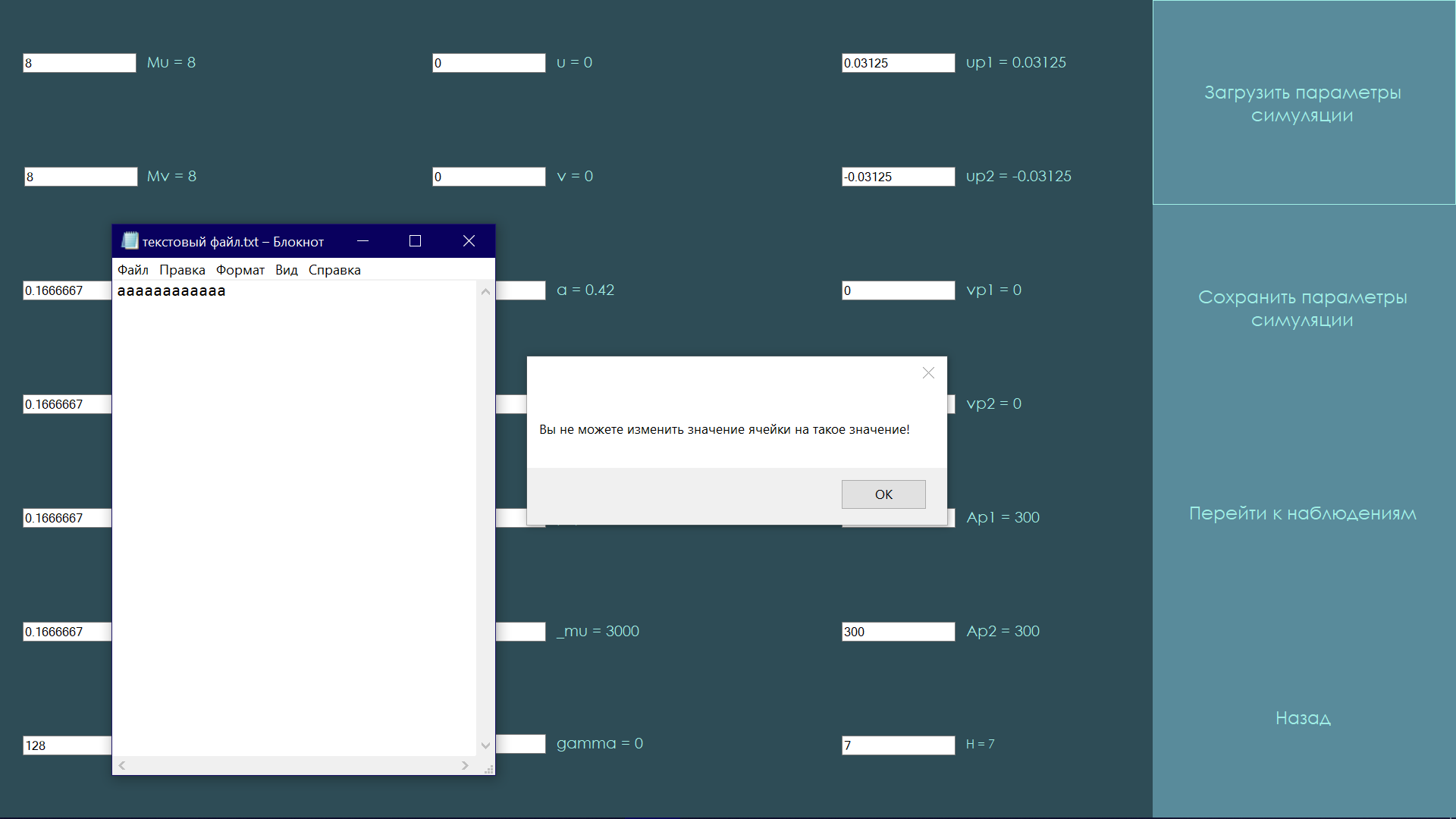


*Рисунок 16 - Попытка задать параметр а равным нечисловому значению.*

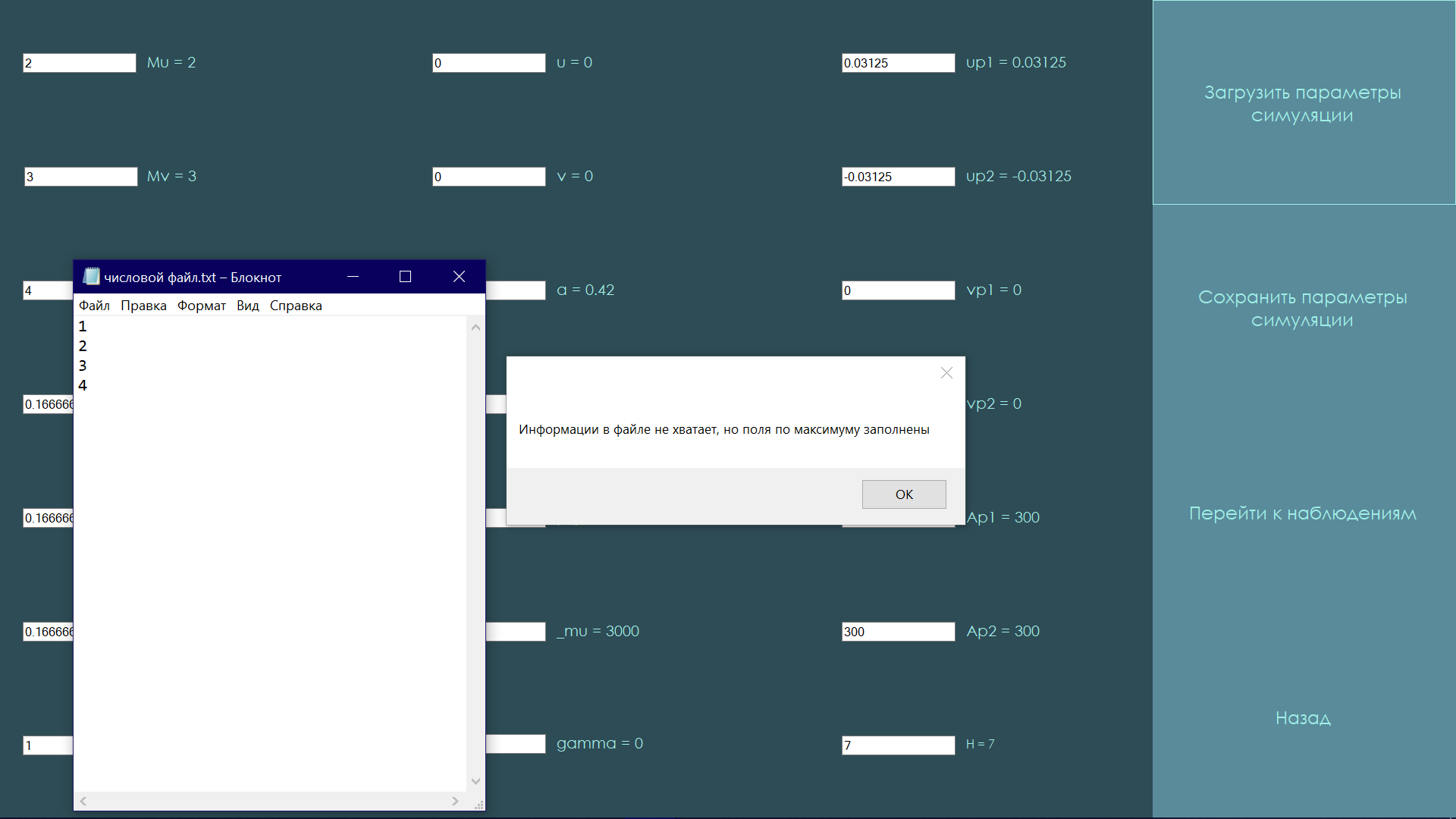
При добавлении значений параметров из загруженного файла также возможны ошибки, если файл не соответствует требуемому формату (рис. 17, рис. 18). В случае, если информация находится в файле в недостаточном количестве, добавляется возможный максимум корректных данных. О том, каким требованиям должен отвечать файл, говорит подсказка, появляющаяся при наведении курсора на кнопку загрузки (рис. 19).



*Рисунок 17 - Информация о требованиях к формату добавляемого файла.*

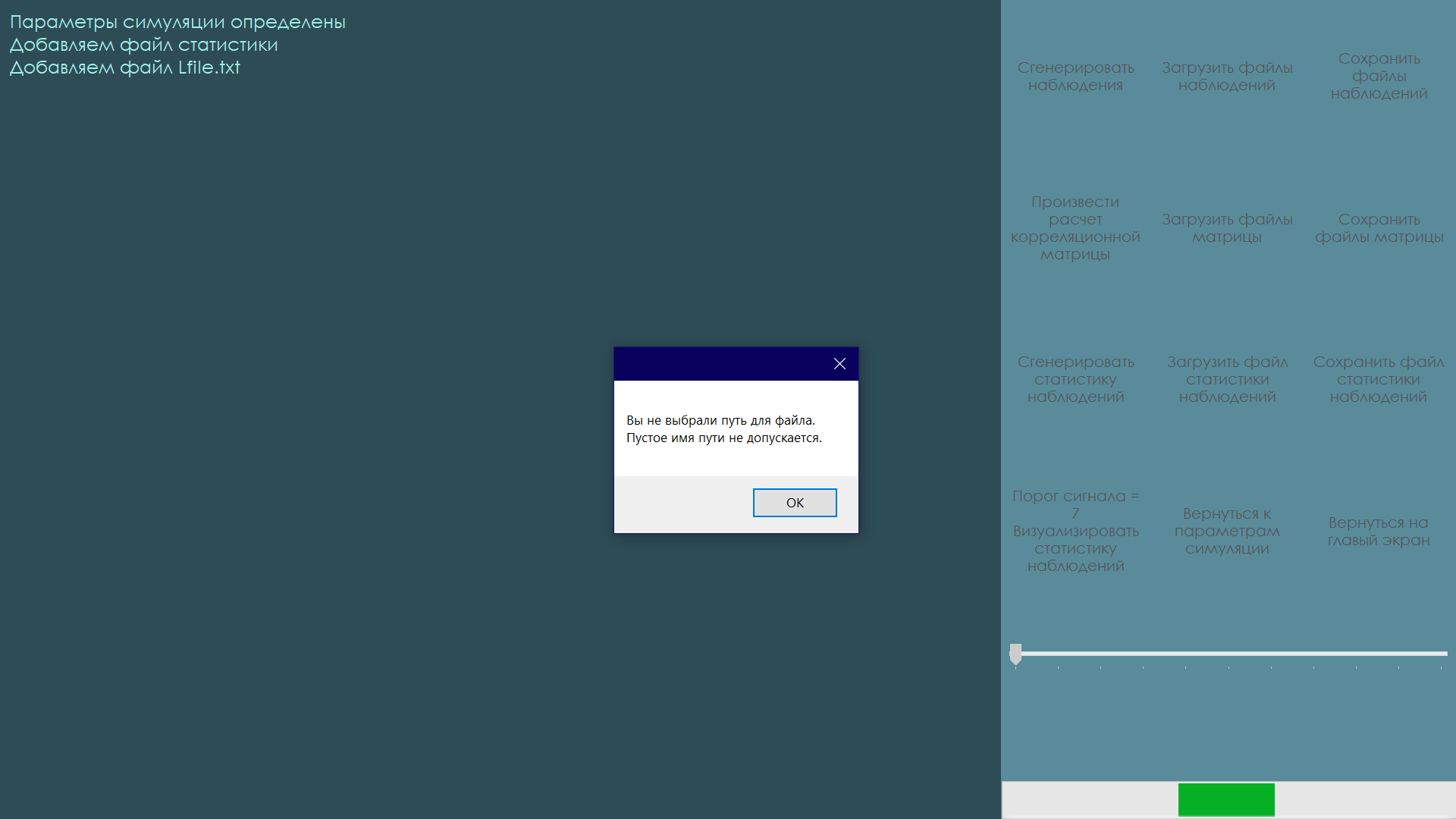


*Рисунок 18 - Попытка добавить файл, не отвечающий требованиям числового формата.*



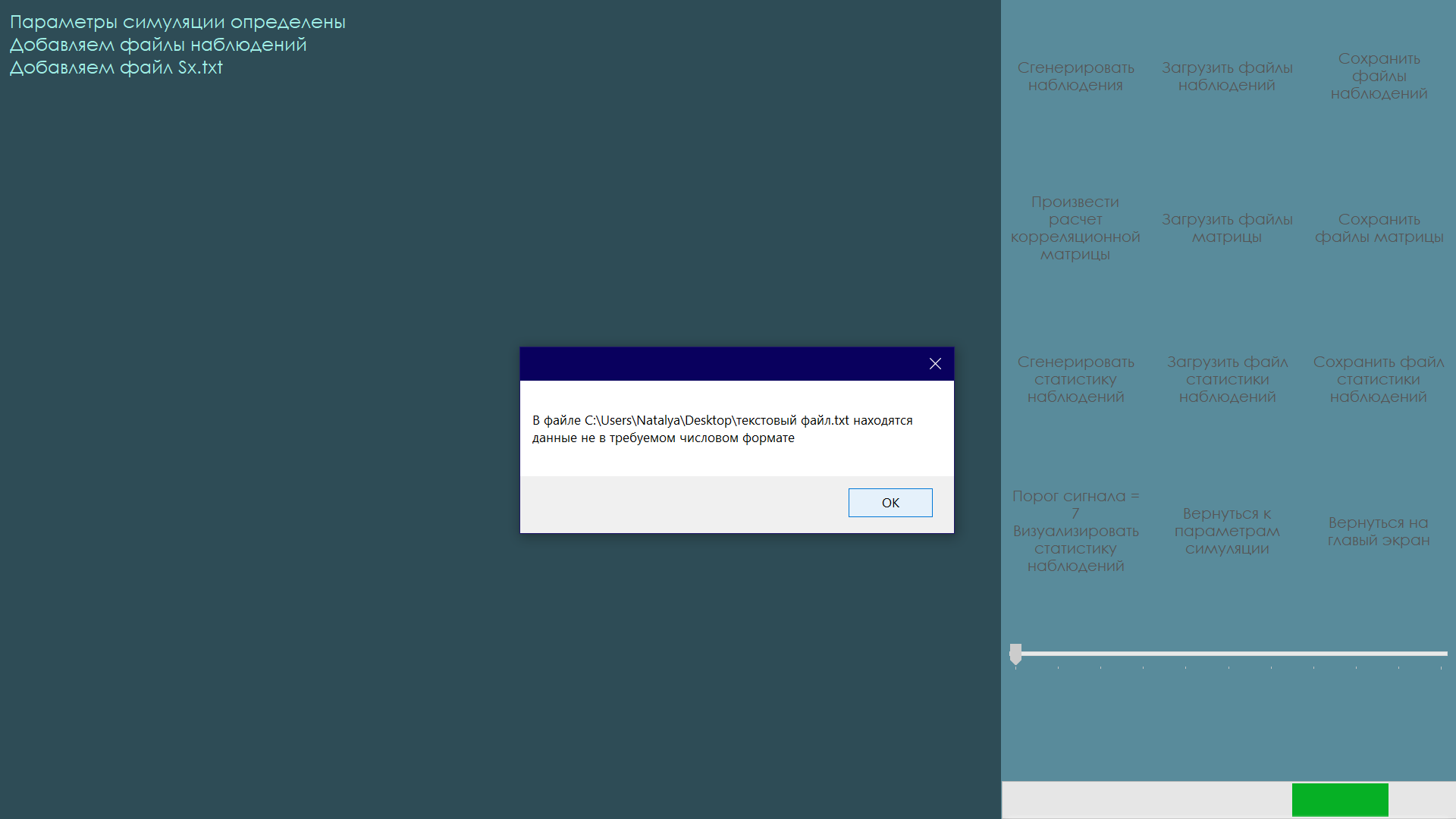
*Рисунок 19 - Попытка добавить файл, в котором недостаточно информации.*

Кроме того, сообщение об ошибке выводится, если пользователь не выбирает файл (рис. 20).



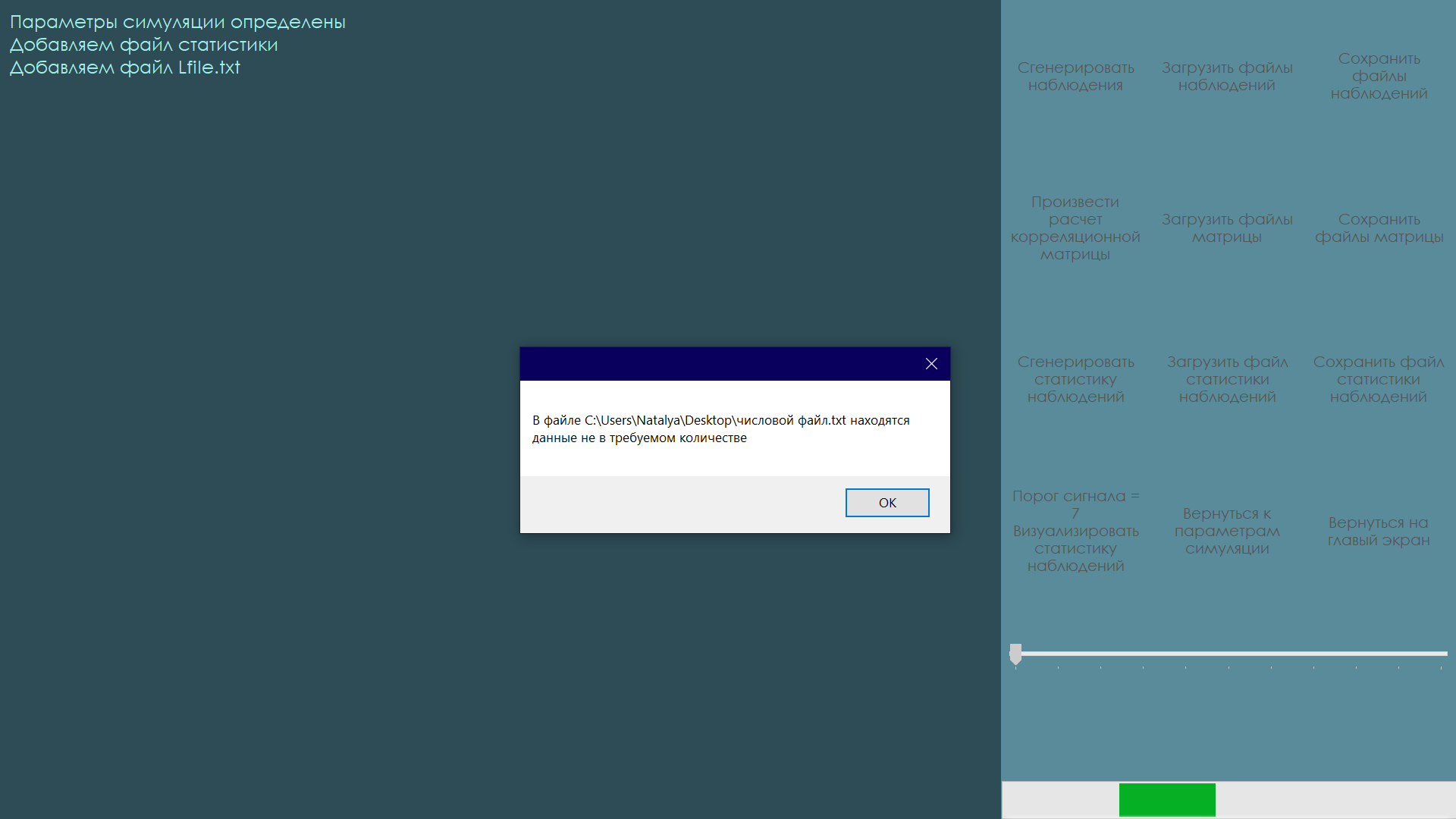
*Рисунок 20 - Сообщение о том, что пользователь не выбрал файл для добавления.*

На этапе работы с данными добавляемые файлы проходят проверку на верность формата (рис. 21).



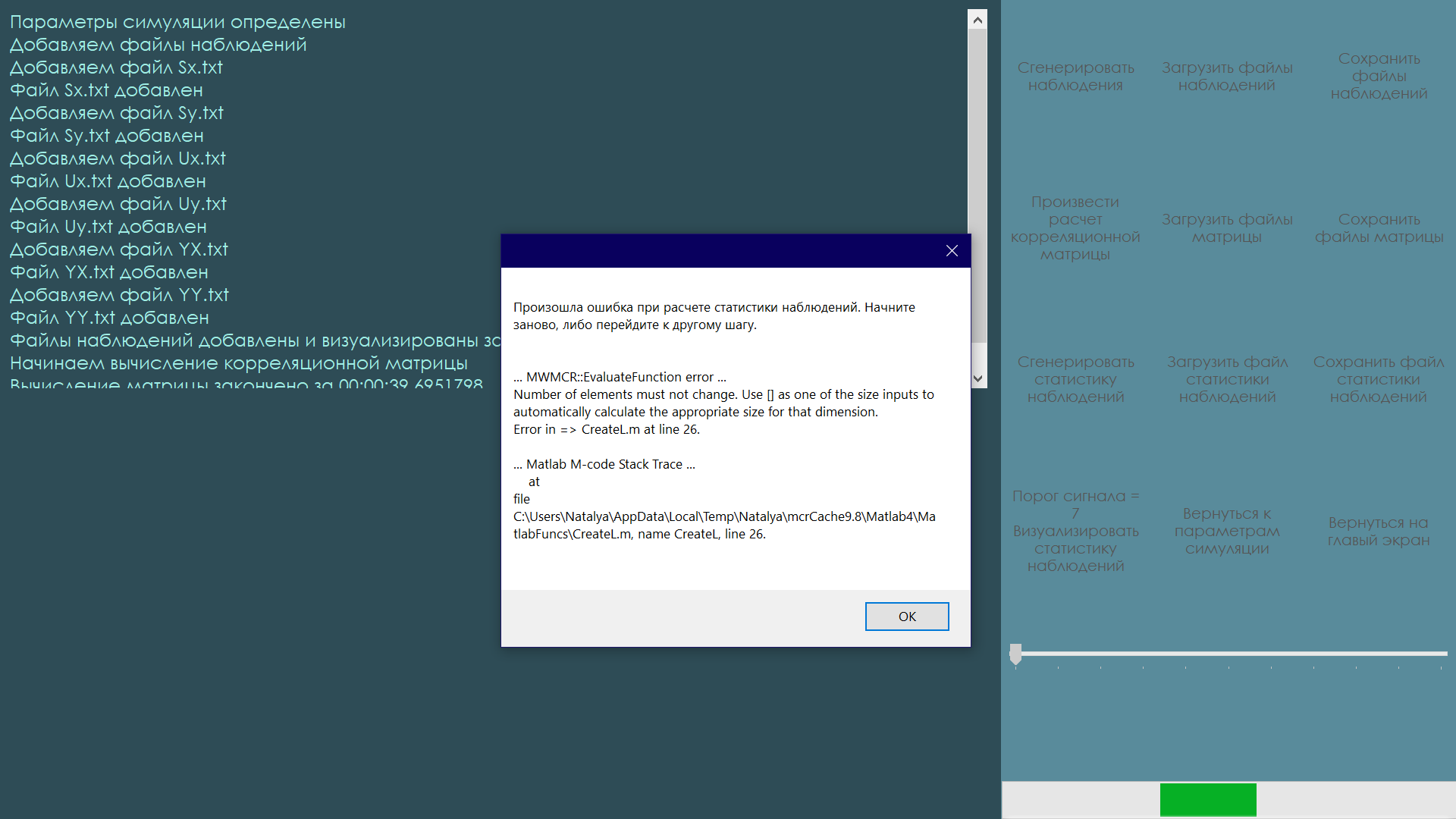
*Рисунок 21 - Попытка добавить файл с информацией не в требуемом формате.*

Проверяется количественное соответствие данных в файлах параметрам симуляции (так, данные, сгенерированные с Mu = Mv = 4, не подойдут для симуляции с Mu = Mv = 8) (рис. 22).



*Рисунок 22 - Попытка добавить файл, в котором недостаточно данных.*

Наконец, при противоречиях параметров, с которыми были сгенерированы добавляемые данные, и тех, с которыми проводится симуляция, выводится подробное сообщение об ошибке (рис. 23):



*Рисунок 23 - Попытка осуществить симуляцию с файлом, содержащим данные, противоречащие текущим параметрам.*

Можно сделать вывод, что программа работает корректно, не завершаясь аварийно, и спроектирована таким образом, чтобы при возникновении ошибок была возможность провести процесс заново, то есть соответствует предъявляемым к ней требованиям.

## **Проверка требований к программной документации**

Состав программной документации проверяется визуально, проверяется наличие всех подписей и наличие программной документации в системе LMS. Все документы удовлетворяют представленным требованиям.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
2. ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
3. ГОСТ 19.401-78. ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
4. ГОСТ 19.404-79. ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
5. ГОСТ 19.505-79. ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению. . – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**ТЕРМИНОЛОГИЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Термин** | **Определение** |
| **Параметры симуляции** | Это набор переменных, используемых в качестве входных данных для симуляции работы радиолокатора. |
| **Логгер** | Это текстовое поле, в котором записываются сообщения о начале, окончании и результате выполнения каких-либо процессов. |
| **Наблюдения** | Это набор данных, либо шесть файлов, в которых они содержатся: сформированные предположения о сигнале по углам, предположения о сигнале по времени и сгенерированная на основе параметров симуляции матрица наблюдений (каждый блок информации разбивается на два файла действительных и комплексных составляющих). |
| **Корреляционная матрица** | Это набор данных и соответствующие им два файла: корреляционная матрица принятого сигнала (с шумами и помехами), разбивается на два файла действительных и комплексных составляющих. |
| **Статистика наблюдений** | Это набор данных и соответствующий им файл: статистика всех предположений о наличии сигнала в области, фактически являющаяся трехмерной функцией, зависящей от двух углов прихода сигнала и времени задержки, и файл, в который эта статистика записана. |
| **Пороговое значение сигнала** | Значение сигнала в области, превышение значения статистики над которым значением h означает наличие сигнала в предполагаемой точке, начинающегося в предполагаемое время, а также соответствующий параметр симуляции. |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**ПАРАМЕТРЫ СИМУЛЯЦИИ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметр** | **Значение** |
| Um | Ширина главного лепестка диаграммы направленности модуля по одному углу. |
| Vm | Ширина главного лепестка диаграммы направленности модуля по другому углу. |
| du | Сдвиг до центра просматриваемого сектора по одному углу. |
| dv | Сдвиг до центра просматриваемого сектора по другому углу. |
| u | Предполагаемое положение цели по одному углу. |
| v | Предполагаемое положения цели по другому углу. |
| a | Мощности приходящего сигнала. |
| Tc | Начала прихода сигнала. |
| up1 | Положение помех по одному углу. |
| up2 | Положение помех по одному углу. |
| vp1 | Положение помех по другому углу. |
| vp2 | Положение помех по другому углу. |
| Ap1 | Мощность помех. |
| Ap2 | Мощность помех. |
| gamma | Параметр гамма. |
| \_mu | Коэффициент регуляризации корреляционной матрицы. |
| H | Пороговоге значения мощности сигнала. |
| N | Количества векторов наблюдений, по которым формируется статистика. |
| Mu | Количество модулей, на которые разбивается антенная решетка по длине. |
| Mv | Количество модулей, на которые разбивается антенная решетка по ширине. |
| pq | Количество блоков в 36 областях, по которым составляется корреляционная матрица. |

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Изм. | Номера листов (страниц) | | | | Всего листов (страниц) в документе | № документа | Входящий № сопроводительного документа и дата | Подпись | Дата |
| измененных | замененных | Новых | аннулированных |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |