**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 РО 01-1** | | **Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора Руководство оператора**  **ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**  **RU.17701729.04.13-01 РО 01-1-ЛУ**  **Исполнитель**  Студент группы БПИ 199  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Н. Д. Зубарева/  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г.    **Москва 2020** | | |  | |

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | Подп. и дата |  | | Инв. № дубл. |  | | Взам. Инв. № |  | | Подп. и дата |  | | Инв. № подл. | **RU.17701729.04.13-01 РО 01-1**  \_\_\_\_\_\_\_\_ | | **Программа симуляции и визуализации работы радиолокатора**  **Руководство оператора**  **RU.17701729.04.13-01 РО 01-1**  **Листов 14**  Москва 2020  СОДЕРЖАНИЕ  [1. Назначение программы 3](#_Toc41243732)  [1.1 Функциональное назначение 3](#_Toc41243733)  [1.1 Эксплуатационное назначение 3](#_Toc41243734)  [2. Условия выполнения программы 4](#_Toc41243735)  [2.1 Минимальный состав аппаратных средств 4](#_Toc41243736)  [2.2 Минимальный состав программных средств 4](#_Toc41243737)  [2.3 Требования к оператору 4](#_Toc41243738)  [3. Выполнение программы 5](#_Toc41243739)  [3.1 Установка программы 5](#_Toc41243740)  [3.1.1 Запуск программы и работа с приложением 5](#_Toc41243741)  [3.1.2 Начальная страница приложения 5](#_Toc41243742)  [3.1.3 Страница задания параметров симуляции 6](#_Toc41243743)  [3.1.4 Страница работы с данными симуляции 7](#_Toc41243744)  [3.1.5 Выход из приложения 11](#_Toc41243745)  [ПРИЛОЖЕНИЕ 1 12](#_Toc41243746)  [ПРИЛОЖЕНИЕ 2 13](#_Toc41243747) |  |

# 

1. **Назначение программы**
   1. **Функциональное назначение**

Программа симулирует и визуализирует работу радиолокатора по принятию и обработке генерируемых сигналов на фоне генерируемых помех.

* 1. **Эксплуатационное назначение**

Программа наглядно демонстрирует работу радиолокационного устройства и помогает лучше понять процесс его работы, может использоваться как для изучения непосредственно методов обнаружения целей в радиолокаторах, так и для симуляции условий в задачах связанных с работой таких радиолокаторов.

1. **Условия выполнения программы**
   1. **Минимальный состав аппаратных средств**

Программа должна быть работоспособной при выполнении минимальных требований:

* Процессор архитектуры Pentium с частотой не менее 233 МГц (рекомендовано 300 МГц);
* Монитор с разрешением 800х600 точек и более;
* Не менее 64 Мб ОЗУ;
* Не менее 1,5 Гб на жёстком диске;
* Клавиатура, мышь.

## **Минимальный состав программных средств**

* 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.
  1. **Требования к оператору**

Образование не ниже среднего школьного.

Практические навыки работы с пользовательским интерфейсом операционной системы Windows. Оператор должен быть способен механически взаимодействовать с компьютером и запускать программу.

1. **Выполнение программы**
   1. **Установка программы**

Для установки программы необходимо загрузить на компьютер архив CourseworkExe и распаковать его (правой кнопкой мыши нажать на архив, выбрать опцию «извлечь все», выбрать папку, в которую будет распакован архив). Если на компьютере установлен MATLAB Runtime, то перейти к следующему шагу, иначе в папке, в которую был распакован архив, найти и запустить (двойным кликом мыши по файлу) исполняемый файл MatlabRuntimeInstaller.exe и, следуя инструкциям на появляющейся странице, установить на компьютер MATLAB Runtime.

* + 1. Запуск программы и работа с приложением

Для начала работы программы запустить (двойным кликом мыши по файлу) исполняемый файл Coursework.exe и дождаться, пока появится начальная страница приложения.

* + 1. Начальная страница приложения

Начальная страница выполняет информационную функцию, на ней расположены блоки с текстом и 4 кнопки (рис. 1):



11

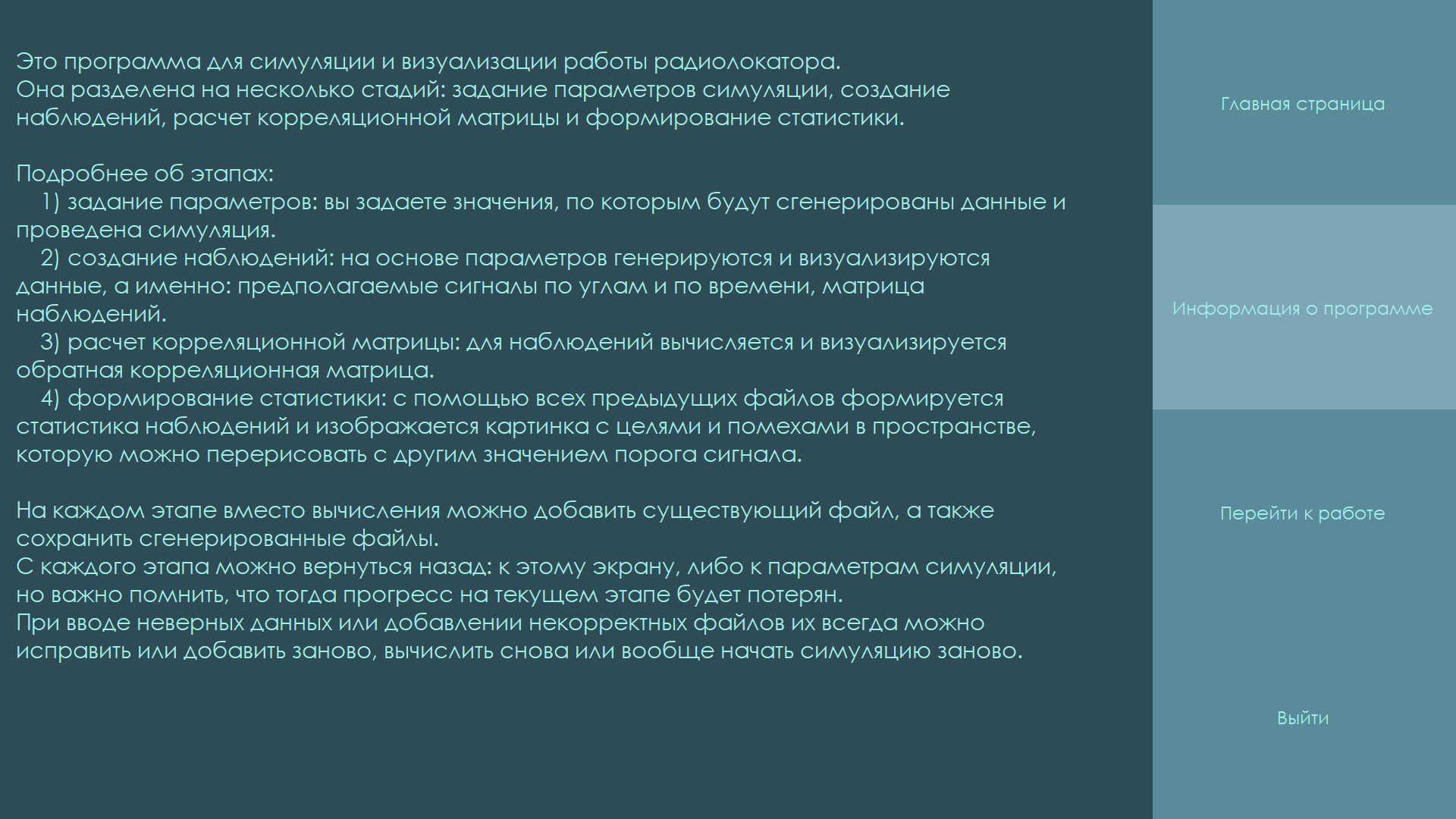
21

31

41

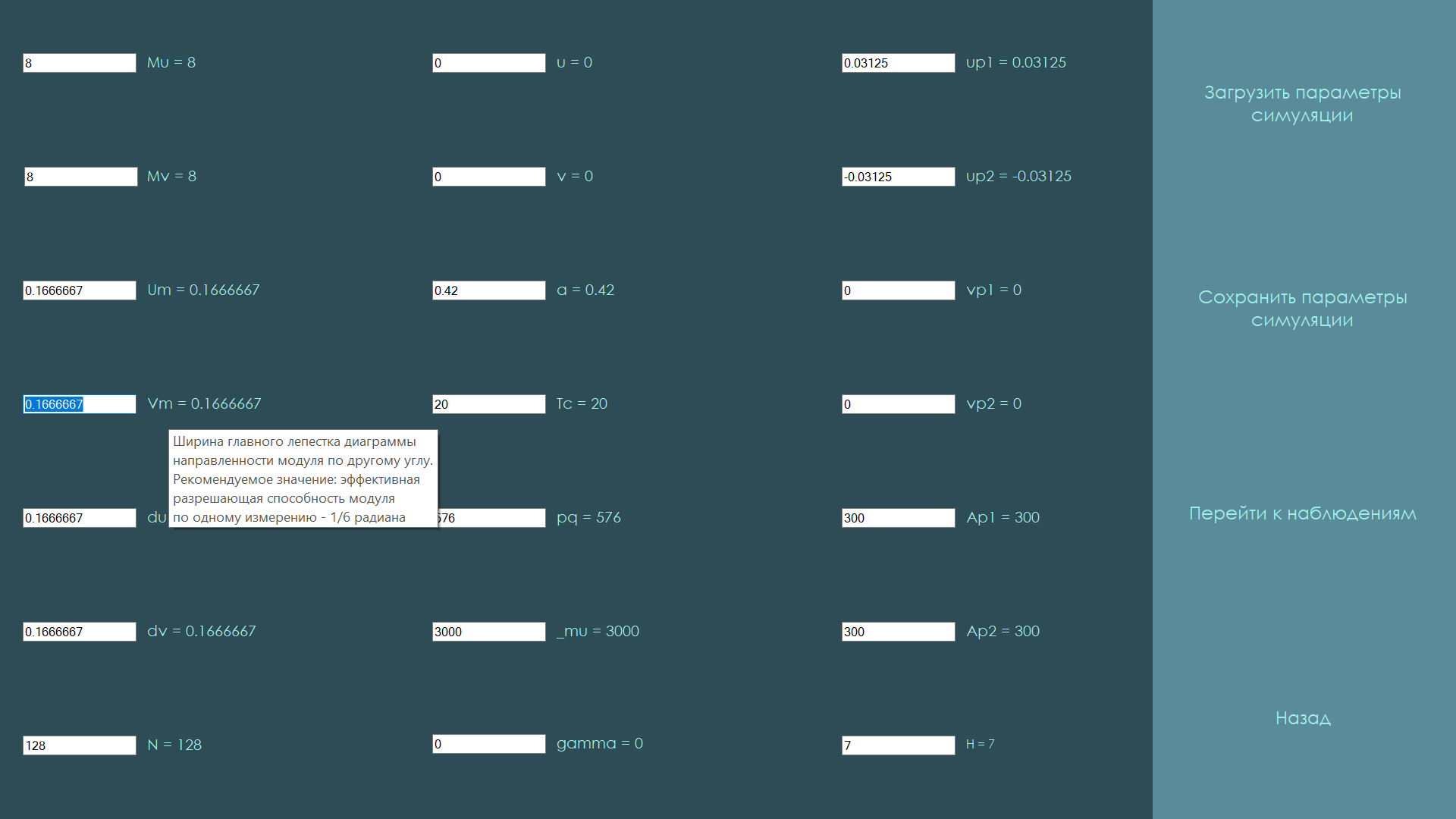
Рисунок 1 - Начальная страница приложения.

1. **Главная страница**: при нажатии на эту кнопку отображается название приложения и информация об исполнителе.
2. **Информация о программе**: при нажатии на эту кнопку выводится текст, вкратце описывающий этапы работы программы (рис. 2).

Рисунок 2 - Информация о программе.

1. **Перейти к работе**: при нажатии на эту кнопку текущая форма закрывается и появляется страница задания параметров симуляции.
2. **Выход**: при нажатии на эту кнопку приложение закрывается. Это единственный способ завершить работу приложения.
   * 1. Страница задания параметров симуляции

На странице задания параметров симуляции (приложение 2) находятся текстовые поля, в которые пользователь может вписать желаемые значения параметров, подписи к полям, подсказки, поясняющие смысл полей и параметров и высвечивающиеся при наведении курсора на подпись параметра, а также 4 кнопки (рис. 3):

Рисунок 3 - Страница задания параметров симуляции.

41

31

21

11

1. **Загрузить параметры симуляции**: кнопка для загрузки требуемой информации из файла, при нажатии появляется диалоговое окно для выбора файла, затем осуществляется проверка корректности данных в файле и добавление всех верных данных в качестве значений параметров. При наведении курсора на кнопку появляется подсказка о необходимом формате файла.
2. **Сохранить параметры симуляции**: кнопка для сохранения заданных параметров в файл, задаваемый пользователем через открывающееся диалоговое окно.
3. **Перейти к наблюдениям:** при нажатии на эту кнопку текущая форма закрывается и открывается страница для работы с данными симуляции, где происходит основная работа программы.
4. **Назад:** при нажатии на эту кнопкутекущая форма закрывается, прогресс работы на этой странице теряется, пользователь возвращается на предыдущую страницу, где может прочитать информацию о программе или покинуть приложение.
   * 1. Страница работы с данными симуляции

На этой странице происходит основная вычислительная и графическая часть работы программы, в левой верхней части экрана расположен логгер, куда записываются проведенные операции, слева снизу появляются окна с визуализацией соответствующих файлов, справа расположены кнопки и слайдер для проведения операций симуляции, справа внизу расположена шкала выполнения, становящаяся видимой на время осуществления того или иного процесса (рис. 4).

*Рисунок 4 - Страница работы с данными симуляции.*

13

121

10

11

71

61

51

41

81

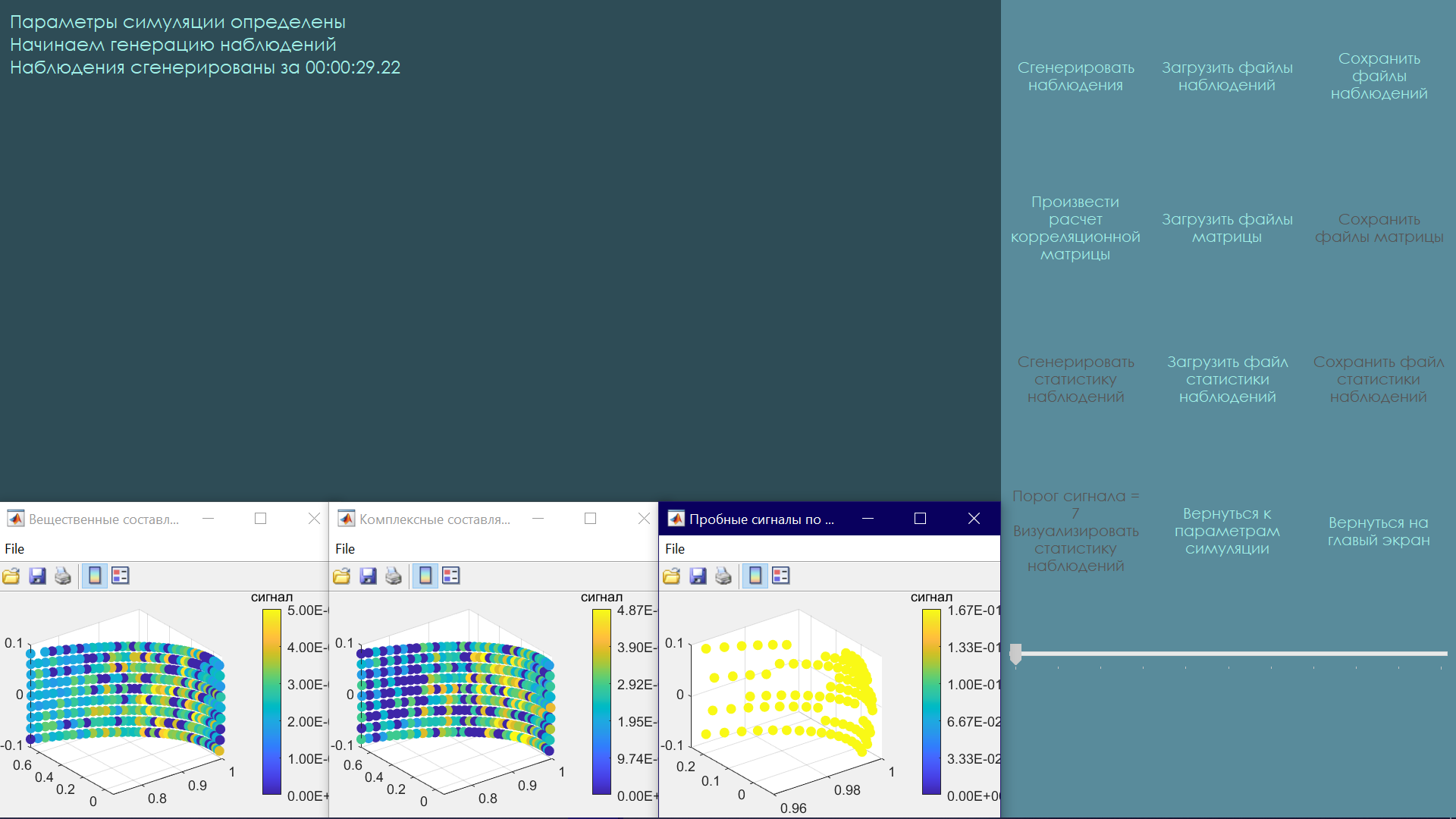
91

31

21

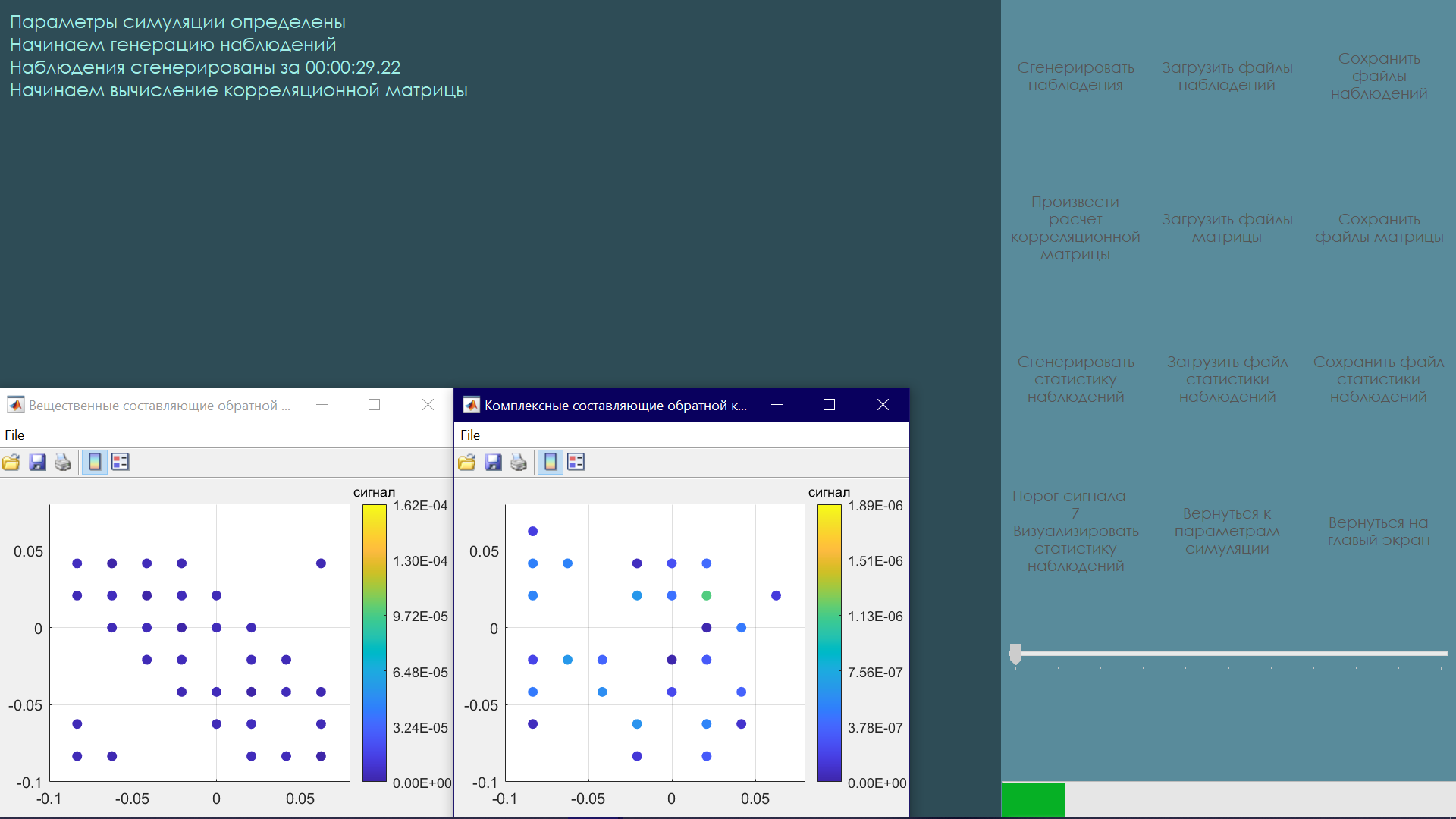
11

1. **Сгенерировать наблюдения:** при нажатии на кнопку происходит расчет наблюдений, затем наблюдения визуализируются в левом нижнем углу экрана (рис. 5).
2. **Загрузить файлы наблюдений:** кнопка для загрузки существующих наблюдений, при нажатии появляются диалоговые окна для выбора шести файлов, проверяется корректность файлов и все верные добавляются как файлы наблюдений. После происходит визуализация (рис. 5).



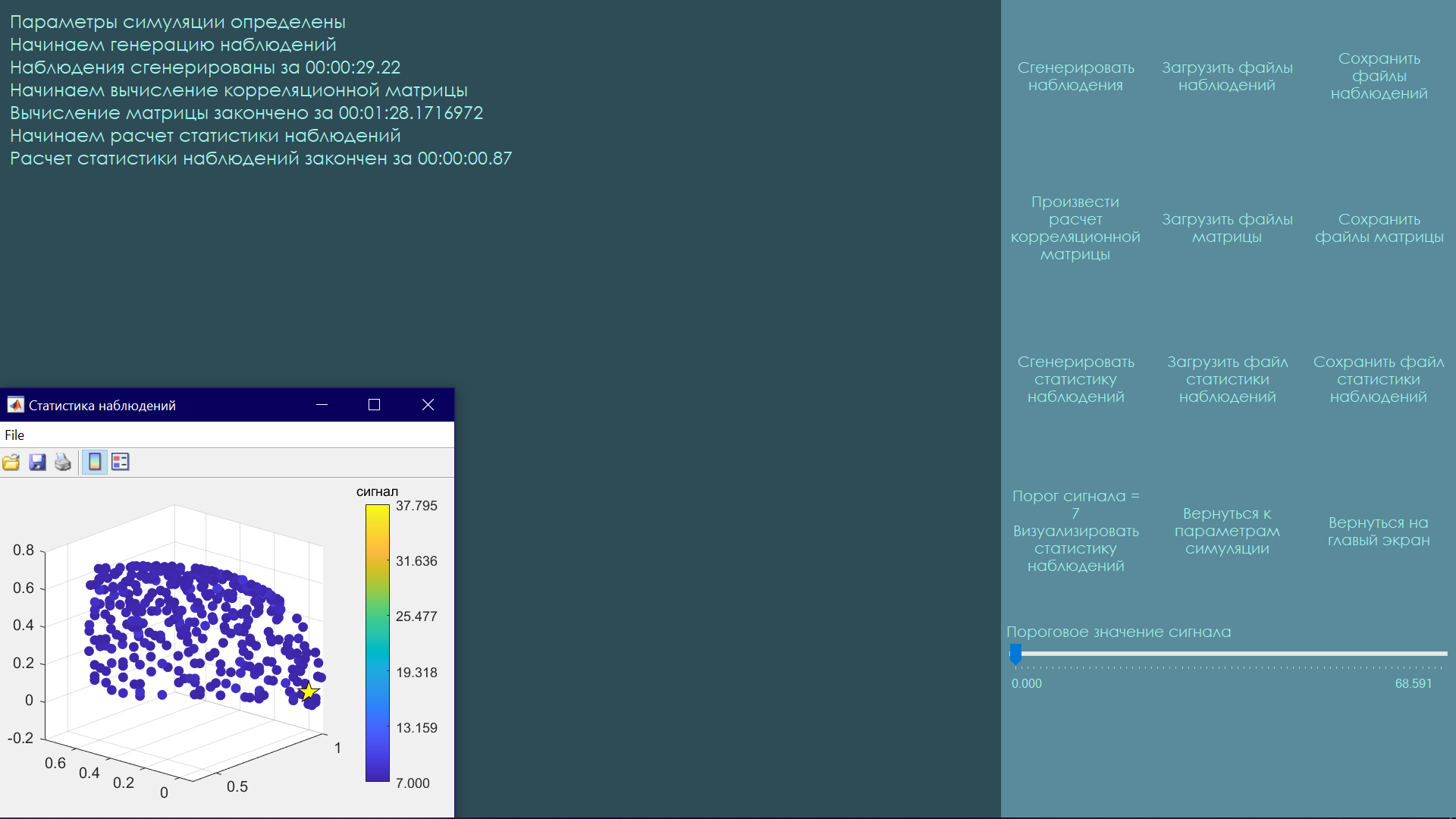
*Рисунок 5 - Визуализация файлов наблюдений.*

1. **Сохранить файлы наблюдений:** кнопка для сохранения наблюдений в файлы, задаваемые пользователем через открывающиеся диалоговые окна. Кнопка становится активной, когда появляются файлы наблюдений: либо посредством генерирования, либо через загрузку существующих.
2. **Произвести расчет корреляционной матрицы:** при нажатии запускается расчет корреляционной матрицы и ее визуализация (рис. 6). Кнопка становится активной при добавлении к решению файлов наблюдений либо посредством генерирования, либо через загрузку существующих.
3. **Загрузить файлы матрицы:** кнопка для загрузки существующих файлов матрицы, при нажатии появляется два диалоговых окна для выбора двух файлов, затем осуществляется проверка корректности размера и содержимого файлов и добавление всех верных данных в качестве файлов матрицы. После добавления к решению данные визуализируются, появляясь в виде окон внизу страницы (рис. 6).



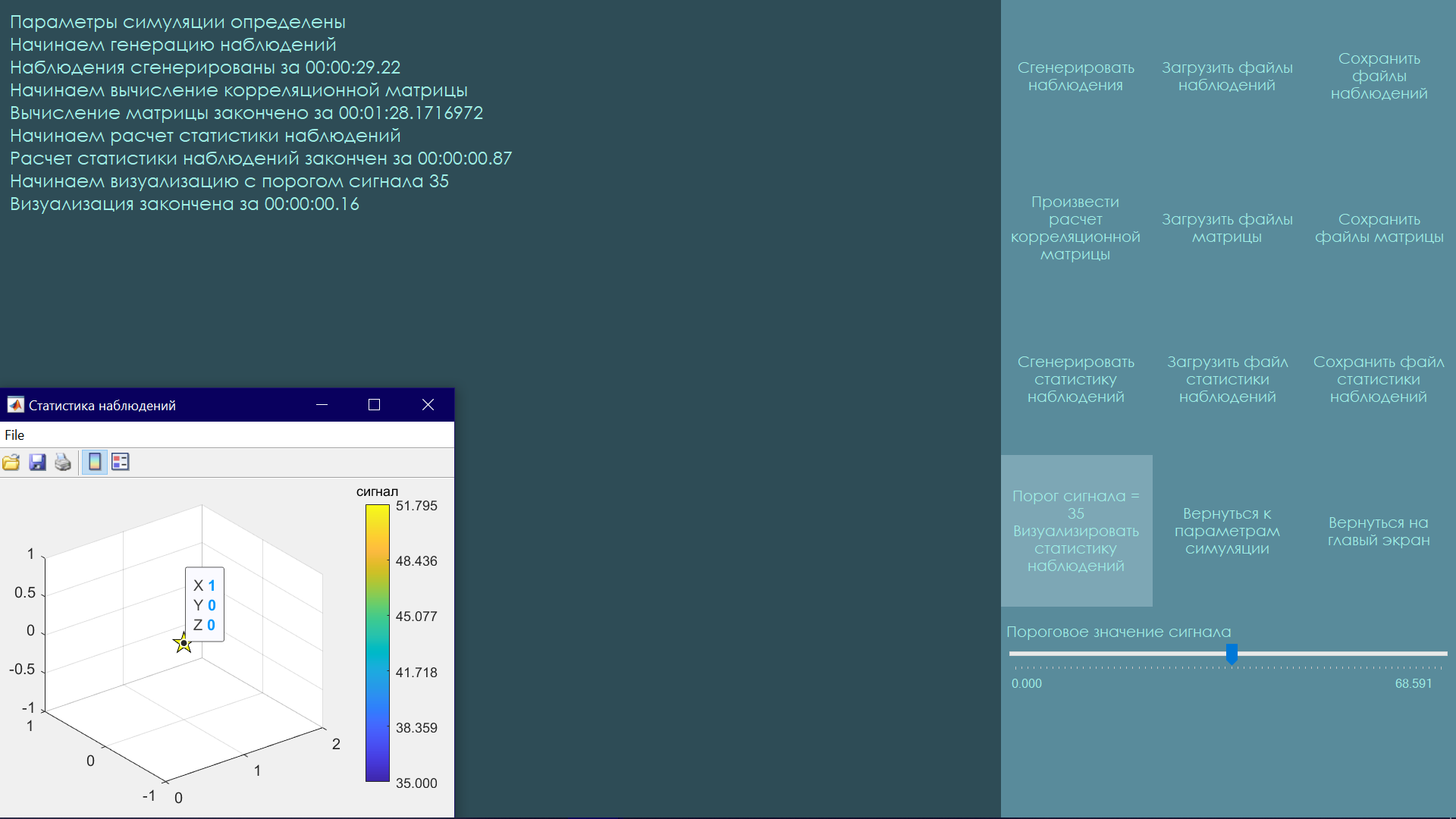
*Рисунок 6 - Визуализация файлов обратной корреляционной матрицы.*

1. **Сохранить файлы матрицы:** кнопка для сохранения матрицы в файлы, задаваемые пользователем через открывающиеся диалоговые окна. Кнопка становится активной, когда появляются файлы матрицы: либо посредством генерирования, либо через загрузку существующих.
2. **Сгенерировать статистику наблюдений:** при нажатии происходит расчет статистики наблюдений и ее визуализация (рис. 7). Кнопка становится активной при наличии в решении файлов наблюдений и файлов корреляционной матрицы, либо сгенерированных, либо добавленных.
3. **Загрузить файл статистики наблюдений**: кнопка для загрузки существующего файла статистики наблюдений, при нажатии появляется диалоговое окно для выбора файла, затем осуществляется проверка корректности размера и содержимого файла и добавление его в качестве файла статистики наблюдений в случае положительного результата проверки. После добавления к решению данные визуализируются, появляясь в виде окон внизу страницы (рис. 7).



*Рисунок 7 - Визуализация файла статистики наблюдений.*

1. **Сохранить файл статистики наблюдений:** кнопка для сохранения статистики наблюдений в файл, задаваемый пользователем через открывающееся диалоговое окно. Кнопка становится активной, когда появляется файл статистики наблюдений: либо посредством генерирования, либо через загрузку существующего.
2. **Визуализировать статистику наблюдений:** нажатие на кнопку позволяет произвести визуализацию статистики наблюдений с установленным на слайдере пороговым значением сигнала, на кнопке отображается текущее выбранное значение параметра. После нажатия кнопки происходит визуализация статистики наблюдений с заданным пороговым значением (рис. 8). Кнопка становится активной вместе со слайдером, когда появляется файл статистики наблюдений: либо посредством генерирования, либо через загрузку существующего.

****

*Рисунок 8 - Визуализация файла статистики наблюдений с измененным порогом сигнала.*

1. **Вернуться к параметрам симуляции:** при нажатии на эту кнопкутекущая форма закрывается, прогресс работы на этой странице теряется, пользователь возвращается на страницу задания параметров симуляции, где может задать другие параметры.
2. **Вернуться на главный экран:** при нажатии на эту кнопкутекущая форма закрывается, прогресс работы на этой странице теряется, пользователь возвращается на начальную страницу приложения, где может прочитать информацию о программе или покинуть приложение.
3. **Слайдер:** позволяет задать пороговое значение сигнала в интервале от наименьшего до наибольшего значения сигнала в статистике наблюдений. Изменения положения ползунка слайдера отображаются на кнопке «Визуализировать статистику наблюдений». Слайдер становится активным, когда появляется файл статистики наблюдений: либо посредством генерирования, либо через загрузку существующего.
   * 1. Выход из приложения

Выход из приложения осуществляется с помощью возвращения на начальный экран и нажатия кнопки «Выход». Покидание приложения иными способами может привести к некорректному завершению работы программы.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**ТЕРМИНОЛОГИЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Термин** | **Определение** |
| **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. |
| **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). |
| **Параметры симуляции** | Это набор переменных, используемых в качестве входных данных для симуляции работы радиолокатора. |
| **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. |
| **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. |

# 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 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |