



**Общество с ограниченной ответственностью
«Лесовосстановительная робототехника»**

**Руководство пользователя по эксплуатации программы
построения маршрута движения мобильного робота в
неизвестных средах**

Оглавление

1	Общие сведения о программе	3
1.1	Описание программы	3
1.2	Требования к программным и аппаратным средствам	3
1.3	Подготовка к работе с программой	3
2	Работа с программой	4
2.1	Запуск программы	4
2.2	Окна программы	4
2.2.1	Окно запуска	4
2.2.2	Настройка карты	5
2.2.3	Редактор территорий	7
2.2.4	Добавление/удаление препятствий	9
2.2.5	Изменение названия препятствия.....	10
2.2.6	Визуализация входного файла.....	10
2.2.7	Построение маршрута.....	11
2.2.8	Визуализация выходного файла.....	12
3	Техническая поддержка	13

1 Общие сведения о программе

1.1 Описание программы

Программа для ЭВМ «Программа расчета пути для мобильного робота лесовосстановительного комплекса «Святобор»» предназначена для автоматизированного расчета путей мобильного робота «Святобор», выполняющего посадку сеянцев на выделенном участке (лесокультурной площади). Программа предоставляет возможность ручного ввода исходных данных для расчета пути, формирования пути движения робота, и визуализации результатов в графическом интерфейсе. Она также проверяет, что путь робота соответствует следующим ограничениям: площадь посадки, нормативное число сеянцев, общее число сеянцев, частота посадки и минимально допустимое расстояние между рядами лесокультурной площади.

1.2 Требования к программным и аппаратным средствам

Все файлы, необходимые для функционирования программы находятся в каталоге `app`. Программа тестировалась на операционных системах Windows 10/11.

Для работы в режиме разработки необходимо иметь:

1. Интерпретатор языка программирования Python версии не ниже 3.9.19.
2. Пакеты из файла `requirements.txt`.

Так как программа написана на языке программирования Python (который является кроссплатформенным), в режиме разработки можно запустить программу не только на Windows 10/11, но и на операционной системе Linux. Программа тестировалась на Ubuntu 20.04.6 LTS.

1.3 Подготовка к работе с программой

Для работы программы в режиме пользователя необходимо выполнить следующие действия:

1. Скачать папку "Program v1.0" (папка с файлами для пользователя).
2. Открыть скачанную папку и запустить файл `app.exe`.

Для работы программы в режиме разработчика необходимо выполнить следующие действия:

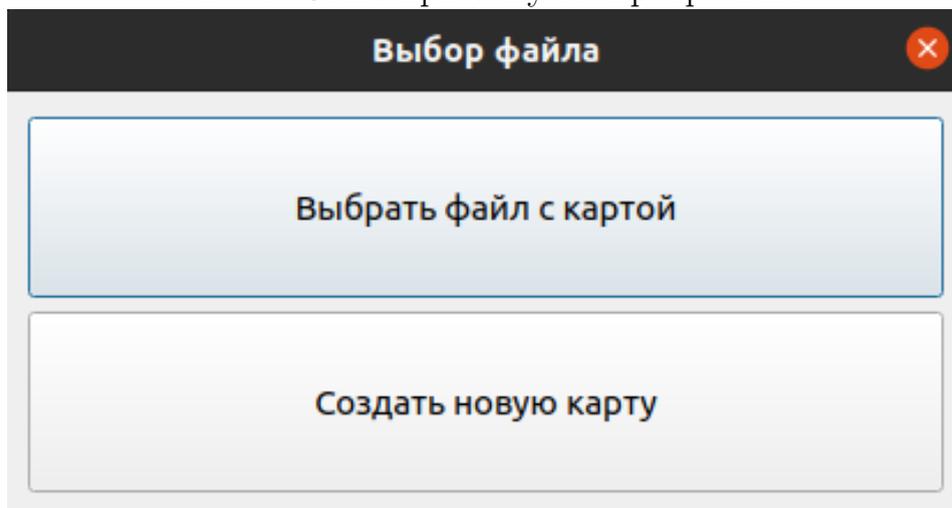
1. Скачать папку "CPPG" (папка с файлами для разработчика).
2. Установить все пакеты из файла `requirements.txt`.
3. Запустить файл `app.py`.

2 Работа с программой

2.1 Запуск программы

Для запуска программы в режиме пользователя необходимо открыть каталог со всеми файлами программы `app`, а затем запустить файл `app.exe`. Когда программа запустится, то откроется первое окно, которое можно увидеть на рис 1.

Рис. 1: Окно при запуске программы



2.2 Окна программы

2.2.1 Окно запуска

Окно, которое появляется при запуске программы, можно увидеть на рис 1. В данном окне можно выполнить следующие действия:

1. Выбрать файл с картой. В данном случае мы будем работать/редактировать уже ранее созданный `xml`-файл.
2. Создать новую карту. Будет создан новый `xml`-файл, в котором мы опишем лесокультурную площадь и добавим непроходимые территории.

Если пользователь выбрал "Создать новую карту", то ему необходимо будет ввести имя нового файла, после чего файл будет создан и откроется окно настройки карты, которое представлено на рис. 2.

2.2.2 Настройка карты

После выбора xml-файла с конкретной картой перед пользователем появляется окно программы, представленное на рис. 2.

Рис. 2: Окно настройки параметров

Настройка карты - zahvatka4.xml

Границы лесокультурной площади

Границы непроходимых территорий

Быстрое заполнение

Координаты входа	<input type="text" value="61.80123"/>	<input type="text" value="34.33227"/>	Сохранить
Координаты выхода	<input type="text" value="61.80079"/>	<input type="text" value="34.33161"/>	
Нормат. кол-во сеянцев(шт/Га)	<input type="text" value="2500"/>		
Расстояние между сеянцами(м)	<input type="text" value="1.75"/>		
Мин. расстояние между рядами(м)	<input type="text" value="2"/>		

Визуализация входного файла

Построение маршрута

Данное окно предоставляет пользователю следующий функционал:

1. Переход к окну для изменения границ лесокультурной площади - [Окно редактирования территории многоугольника](#).
2. Переход к окну для изменения границ непроходимых территорий - [Окно редактирования препятствий](#).
3. Быстрое заполнение всего xml-файла. Подробнее - [Быстрое заполнение](#).
4. Изменение координат входа и выхода.
5. Изменение нормативного количества сеянцев.
6. Изменение расстояния между сеянцами.
7. Изменение минимального расстояния между рядами лесокультурной площади.
8. Просмотр визуализации входного файла - [Окно визуализации входных данных](#).
9. Переход к окну построения маршрута - [Окно построения маршрута](#).

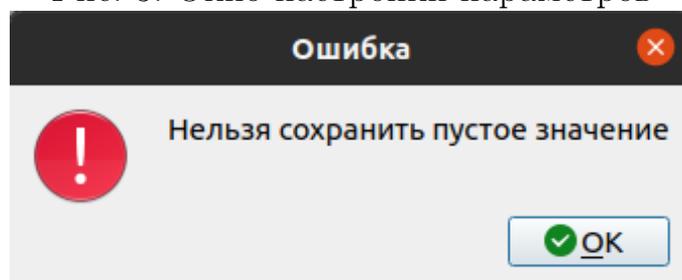
В самом окне пользователь может заполнить 5 значений:

1. Координаты входа.
2. Координаты выхода.

3. Нормативное количество сеянцев.
4. Расстояние между сеянцами.
5. Минимальное расстояние между рядами.

Для сохранения значений необходимо заполнить все поля и нажать на кнопку "Сохранить" или клавишу "Enter". Чтобы все значения корректно сохранились, необходимо заполнить все поля. Если какое-то поле будет пустое, то программа выдаст предупреждение об ошибке, которое представлено на рис. 3.

Рис. 3: Окно настройки параметров



Быстрое заполнение Программа позволяет не вводить все данные вручную, а использовать заранее подготовленный txt-файл, который содержит всю необходимую информацию для работы алгоритма. Для быстрого заполнения необходимо нажать кнопку "Быстрое заполнение", после чего выбрать txt-файл.

txt-файл должен иметь следующую структуру:

1. Нормативное количество сеянцев.
2. Расстояние между сеянцами.
3. Минимальное расстояние между рядами.
4. Координаты входа на лесокультурную площадь.
5. Координаты выхода с лесокультурной площади.
6. Координаты границ лесокультурной площади.
7. Координаты границ препятствий.

Все данные должны быть разделены пустой строкой и следовать в порядке, который указан выше. Если препятствий нет, то после координат лесокультурной площади ничего писать не надо, а если препятствий несколько, то координаты каждого препятствий разделяются пустой строкой. Пример txt-файла представлен ниже:

2500

3

5

61.80123, 34.33227

61.80079, 34.33161

61.800670149560, 34.3314336278264

61.801891496134, 34.3332764887371

61.802415442621, 34.3356503434695

61.801729144705, 34.3375634829743

61.801363850853, 34.3389924810533

61.799806690961, 34.3367279485783

61.799655398691, 34.3348148090447

61.800655389771, 34.3314804801936

61.80157, 34.33433

61.80129, 34.33446

61.80131, 34.33702

61.80158, 34.33689

61.80036, 34.33381

61.80078, 34.33362

61.80071, 34.33673

61.80036, 34.33649

Широта и долгота могут быть разделены запятой, как это показано в примере. Данный способ удобен, когда txt-файл подготавливается при помощи Google Maps, где при копировании координат получается следующее - 61.786084, 34.352316. Но широта и долгота могут не разделяться запятой, данный способ записи также корректно обрабатывается.

2.2.3 Редактор территорий

Данное окно открывается, когда пользователь выбирает редактирование границы лесокультурной площади или препятствия. Пример окна представлен на рис. 4. В данном окне пользователь может изменять или удалять имеющиеся координаты, а также добавлять новые. Чтобы заполнить координаты лесокультурной площади или препятствия необходимо следующее:

1. Добавить необходимое количество координат(кнопка "Добавить координату").
2. Заполнить все поля для ввода координат.

3. Нажать кнопку "Сохранить все координаты" или клавишу "Enter". Если какое-то поле не будет заполнено или будет заполнено некорректно, то появится сообщение об ошибке.

Чтобы удалить координату, необходимо выбрать соответствующую строчку с координатой и нажать кнопку "Удалить".

Для более быстрого заполнения данных предусмотрено быстрое заполнение при помощи txt-файла. Способ схож с тем, что рассматривался в параграфе [Быстрое заполнение](#), только в данном случае заполняется не весь файл, а только координаты лесокультурной площади или препятствия. Для быстрого заполнения необходимо подготовить txt-файл, в котором будут записаны все координаты. Далее приведен пример содержимого txt-файла:

```
61.7963276002855, 34.34147891173317
61.79615013135787, 34.34297022004993
61.79644422216557, 34.34298094888674
61.796647041772204, 34.34176859032707
61.79659633699605, 34.341081944771155
61.796337741336124, 34.34144672522274
```

Каждая координата должна быть написана на отдельной строке, а широта и долгота должны быть разделены запятой. В данном случае важно, чтобы широта и долгота были разделены запятой, потому что иначе программа не распознает координаты.

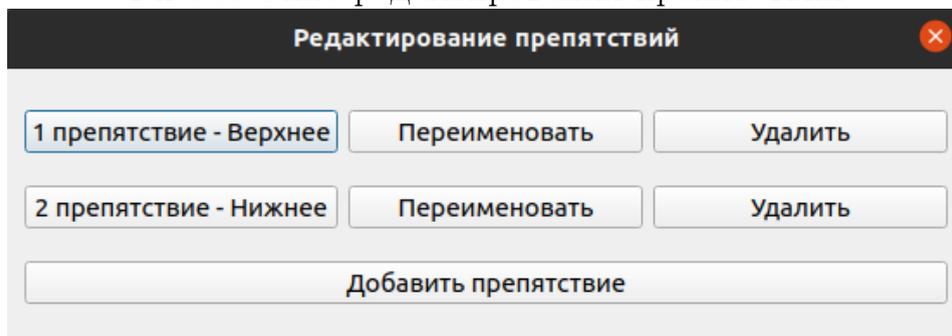
Рис. 4: Окно редактирования территории многоугольника

Настройка границ		
Быстрое заполнение		
Добавить координату		
Сохранить все координаты		
61.80065538977122	34.331480480193655	Удалить
61.79965539869185	34.33481480904479	Удалить
61.79980669096163	34.336727948578364	Удалить
61.801363850853	34.338992481053374	Удалить
61.80172914470559	34.33756348297432	Удалить
61.80241544262119	34.33565034346957	Удалить
61.801891496134665	34.33327648873715	Удалить
61.80067014956011	34.33143362782644	Удалить

2.2.4 Добавление/удаление препятствий

В данном окне пользователь может добавлять новые препятствия или удалять уже имеющиеся. Пример окна представлен на рис. 5.

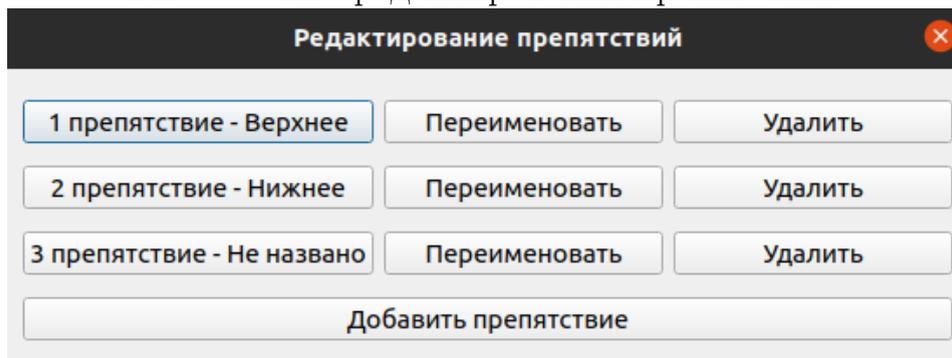
Рис. 5: Окно редактирования препятствий



Добавить препятствие:

Для добавления препятствия необходимо нажать на самую нижнюю кнопку "Добавить препятствие". После добавления в окне появится дополнительная строка, что можно увидеть на рис. 6.

Рис. 6: Окно редактирования препятствий



Удалить препятствие:

Для удаления препятствия необходимо следующее:

1. Выбрать строку с нужным препятствием.
2. Нажать кнопку "Удалить" в данной строке(самая правая колонка). После этого строка с данным препятствием исчезнет.

Переименовать препятствие:

Для того, чтобы переименовать препятствие, необходимо следующее:

1. Выбрать строку с нужным препятствием.
2. Нажать кнопку "Переименовать" в данной строке(средняя колонка). После этого откроется окно изменения названия, которое изображено на рис. 7.

Изменение координат препятствия

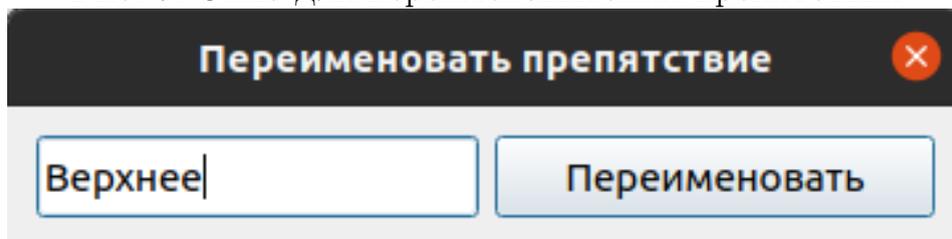
Для того, чтобы изменить координаты препятствия, необходимо следующее:

1. Выбрать строку с нужным препятствием.
2. Нажать самую левую кнопку "1 препятствие - Верхнее или "2 препятствие - Нижнее". После этого откроется окно для изменения координат препятствия, которое изображено на рис. 4.

2.2.5 Изменение названия препятствия

В данном окне пользователь может ввести новое название непроходимой территории. После того, как пользователь указал новое название в поле для ввода, необходимо нажать на кнопку "Переименовать".

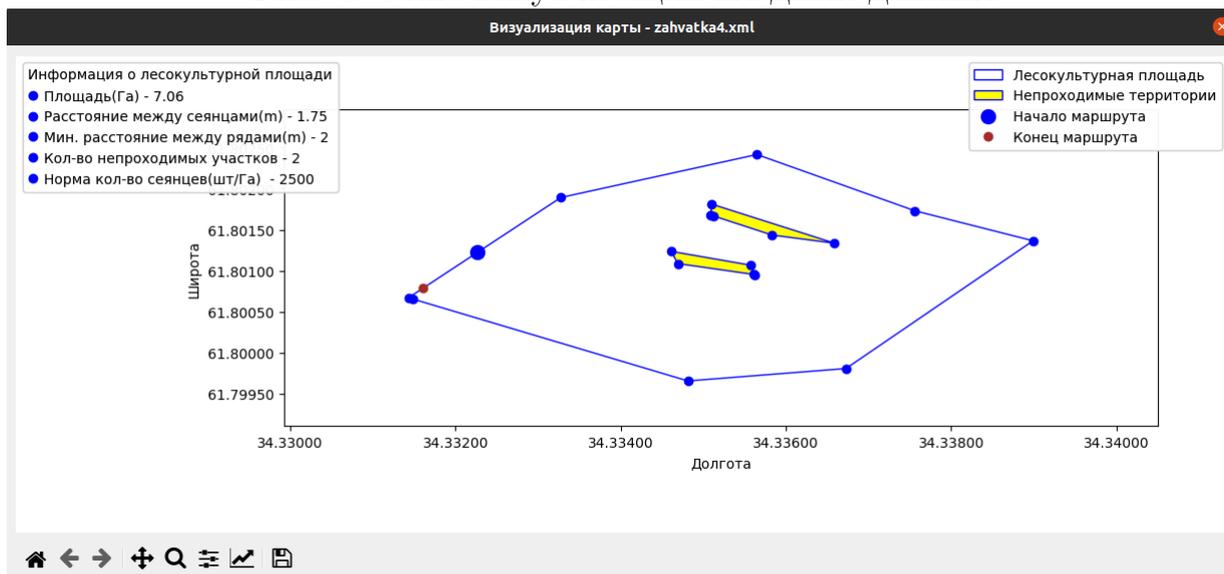
Рис. 7: Окно для переименовывания препятствия



2.2.6 Визуализация входного файла

В данном окне пользователь может посмотреть визуализацию данных, которые хранятся в xml-файле. Пример окна представлен на рис. 8.

Рис. 8: Окно визуализации входных данных

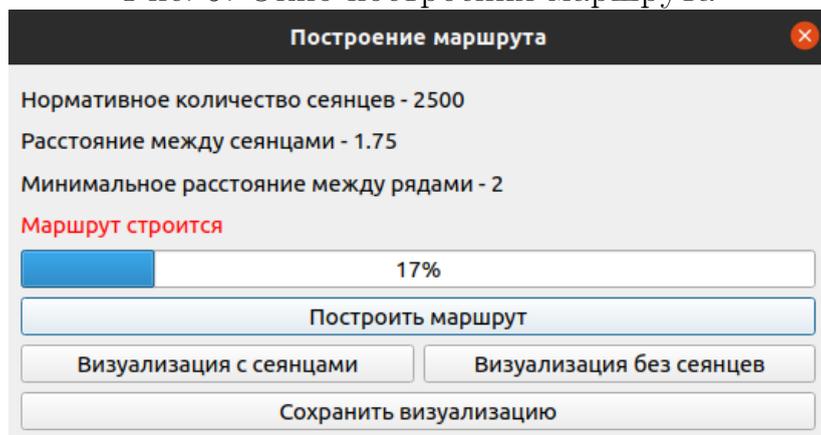


На карте синей границей обозначена территория лесокультурной площади. Синяя граница, заполненная желтым фоном является границей препятствий. Большой синей точкой обозначена точка входа робота на лесокультурную площадь, а коричневой точкой точка выхода робота с лесокультурной площади. В левом нижнем углу находятся элементы, которые позволяют приближать лесокультурную площадь или просматривать конкретный участок.

2.2.7 Построение маршрута

В данном окне пользователь проверяет параметры, которые были введены для работы алгоритма и запускает построение маршрута. Пример окна представлен на рис. 9.

Рис. 9: Окно построения маршрута



Построить маршрут:

Для того, чтобы построить маршрут, необходимо нажать кнопку "Построить маршрут", после чего появится поле состояния процесса, в котором можно увидеть % построения.

Посмотреть визуализацию:

Пользователь может посмотреть визуализацию построенного маршрута с сеянцами и без сеянцев.

1. С сеянцами.

Для того, чтобы посмотреть визуализацию построенного маршрута с сеянцами, необходимо нажать кнопку "Визуализация с сеянцами", после чего откроется окно с визуализацией маршрута.

2. Без сеянцев.

Для того, чтобы посмотреть визуализацию построенного маршрута без сеянцев, необходимо нажать кнопку "Визуализация без сеянцев", после чего откроется окно с визуализацией маршрута.

Пример окна визуализации маршрута с сеянцами представлен на рис. 10. Процесс визуализации может занимать около 30-40 секунд, потому что визуализация представляет собой большое число точек маршрута и точек для посадки сеянцев, которые необходимо одновременно отобразить на экране.

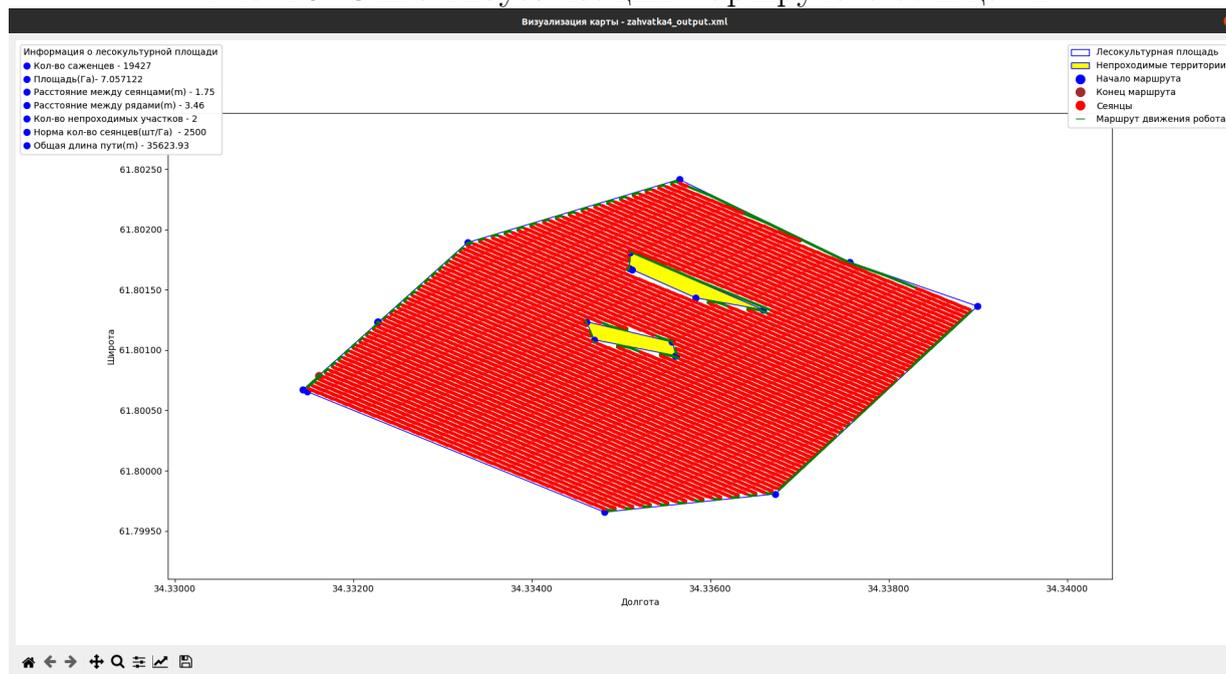
Сохранить визуализацию:

Для того, чтобы сохранить маршрут движения с сеянцами в виде изображения, необходимо нажать кнопку "Сохранить визуализацию", после чего визуализация сохранится в папку, в которой находится xml-файл с картой. Процесс сохранения визуализации может занять 30-40 секунд, потому что это трудоемкий процесс, который сохраняет весь маршрут движения в высоком качестве, чтобы пользователь мог просмотреть каждый поворот.

2.2.8 Визуализация выходного файла

На рис. 10 представлено окно визуализации маршрутом с сеянцами. Визуализация очень схожа с визуализацией входного файла, но в ней присутствует два дополнительных обозначения: красными точками обозначены места посадки сеянцев, а зеленой линией маршрут движения робота.

Рис. 10: Окно визуализации маршрута с сеянцами



Из рисунка видно, что когда запускается визуализация, то она представляет собой лесокультурную площадь с красными точками. Это связано с тем, что нам необходимо на экране отобразить большое количество сеянцев(в данном примере 19 427). Чтобы лучше разглядеть визуализацию необходимо либо сохранить её, что описано в главе [Построение маршрута](#), либо использовать инструменты в левом нижнем углу визуализации.

Инструменты реализовывают следующий функционал:

1. Увеличение конкретного участка карты.

Для увеличения конкретного участка необходимо выбрать иконку лупы, после чего выделить прямоугольный участок на карте(нажать левую кнопку мыши, после чего переместить курсор и отпустить левую кнопку).

2. Перемещение по карте.

Когда вы увеличите карту, то не все участки будут видны. Вы сможете перемещаться по карте, если выберите иконку с крестиком, которая находится слева от лупы.

3. Возвращение к исходной визуализации.

Если вы нажмете на иконку домика, то у вас откроется исходная визуализация, которая и представлена на рис. 10.

3. Техническая поддержка.

Основная линия техподдержки – электронная почта info@roboforest.org. Также передаются в техподдержку сообщения с вопросами по работе программы, поступающие через telegram канал: t.me/roboforestTeam и по телефону +7(495)108-24-90.