



**Программа для ЭВМ
«ДРОНЛОК.ПО»**

**Описание функциональных характеристик программного
обеспечения и информация, необходимая для установки и
эксплуатации**

На 19 листах

2024

АННОТАЦИЯ

В документе представлено описание программы для ЭВМ «ДРОНЛОК.ПО» (далее – ПО). ПО обеспечивает обработку данных микрофонной системы с целью обнаружения беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и формирует оценку направления на него в режиме реального времени с задержкой не более 200 мс. Программа входит в состав быстроразворачиваемого программно-аппаратного комплекса «ДРОНЛОК», предназначенного для акустического обнаружения и оценки направления на БПЛА (далее - комплекс).

СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА	4
2 УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА	6
3 ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА	6
3.1 Установка программного средства	6
3.2 Первоначальная настройка программного средства	7
3.3 Работа с программным средством	8
3.3.1 Режим оператора	8
3.3.2 Режим специалиста	14

1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

ПО предназначено для обеспечения работы комплекса акустического обнаружения БПЛА и оценки направления на него в режиме реального времени.

Состав ПО:

- модуль расчета - для приема и обработки данных от микрофонной системы комплекса в реальном времени;
- модуль интерфейса - для обеспечения пользователя графическим интерфейсом управления комплексом.

Основными элементами модуля расчета являются алгоритмические блоки:

- 1) ввода исходных данных и загрузки набора опорных сигнатур, сформированных оператором на основе предварительной обработки доверенных сигналов БПЛА;
- 2) вычисления признаков (сигнатур) звукового сигнала, поступающего в режиме реального времени с выхода микрофонов;
- 3) детектирования;
- 4) оценки направления на БПЛА;
- 5) фильтрации полученных оценок направлений на БПЛА.

На основе введенных исходных данных модуль расчета осуществляет в режиме реального времени:

- обработку звуковых сигналов с выходов пространственно-разнесенных микрофонов микрофонной системы для детектирования факта наличия/отсутствия БПЛА;
- при обнаружении БПЛА - обработку звуковых сигналов с выходов пространственно-разнесенных микрофонов микрофонной системы для определения разницы их запаздывания в режиме реального времени;
- фильтрацию полученных оценок направлений на БПЛА при минимизации ошибки оценки.

Модуль интерфейса – это веб-приложение, обеспечивающее пользователя

интуитивно-понятным графическим интерфейсом управления комплексом.

В задачи модуля входит:

- управление параметрами работы модуля расчета;
- отображение текущего статуса комплекса;
- сигнализация (в том числе звуковая) об обнаружении БПЛА и направлении на него;
- учет событий работы комплекса (журналирование).

2 УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

Программа функционирует на вычислительных платформах x64 под управлением ОС семейства Linux (рекомендуется Debian 12, Ubuntu 22.04).

Минимальные системные требования:

CPU Intel Core i3 2 поколения, RAM 4 ГБ, ROM 100 Мб.

Рекомендуемые системные требования:

CPU Intel Core i3 4 поколения, RAM 8 ГБ, ROM 2 Гб.

3 ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

3.1 Установка программного средства

Для подготовки системного окружения для работы программы требуется выполнить следующие шаги (на примере ОС Ubuntu 22.04):

1. Установить ОС по умолчанию (на физическое аппаратное окружение или виртуальное (рекомендуется использовать виртуальные машины VirtualBox))
2. Скачать архив с программой по адресу <http://rms-algo.ru/droneLock>
3. Распаковать архив с программой в домашнюю папку
4. Войти в папку с программой и запустить установку:
 - `~$ cd ./wdetector`
 - `~/wdetector$ sudo ./install.sh`

По окончании установки будут запущены микросервисы программы.

Подключиться к веб-интерфейсу программы можно по адресу:

`http://<ip адрес>:3000/`

3.2 Первоначальная настройка программного средства

Перед началом работы необходимо убедиться, что хост, на котором устанавливается ПО, подключен к сети Ethernet и имеет адрес из сети 192.168.0.0/24 для взаимодействия с микрофонной системой комплекса (адрес микрофонной системы - 192.168.0.100).

ПО начинает работу при старте хоста. Модуль расчета и модуль интерфейса запускаются автоматически в виде служб с именами `rmsdetector.service` и `rmsserver.service` соответственно. Взаимодействие между модулями осуществляется через сокеты на портах 8088 и 8089. В общем случае, после установки ПО не требуется его дополнительных настроек.

Общий вид интерфейса управления комплексом, формируемый модулем интерфейса после старта ПО:

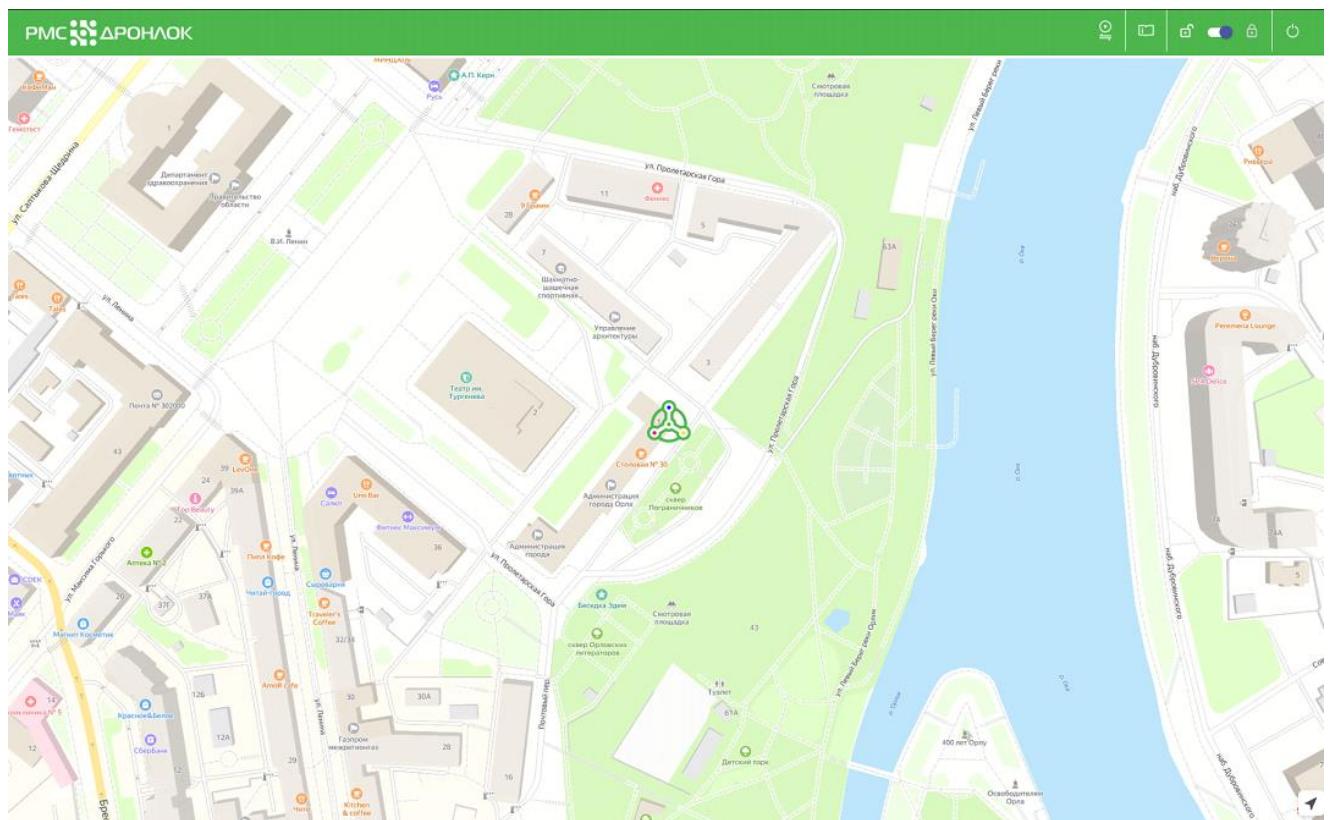


Рисунок 1. Общий вид интерфейса ПО

Примечание:

Внешний вид ПО может быть изменен по усмотрению производителя и не полностью совпадать с представленными рисунками в данном руководстве.

3.3 Работа с программным средством

ПО имеет 2 режима работы:

- режим оператора;
- режим специалиста.

3.3.1 Режим оператора

В режиме оператора доступны следующие функции:

- позиционирование датчика на ГИС путем перемещения карты для совмещения фактического местоположения микрофонной системы комплекса, включая произвольный угол поворота карты. Доступен также автопоиск текущего местоположения и поиск по координатам;
- автокалибровка микрофонной системы. Выполняется в случае большого количества акустических помех в месте расположения микрофонной системы;
- просмотр журнала событий, зарегистрированных комплексом.

Внешний вид интерфейса в режиме оператора с указанием органов управления представлен на рисунке 2.

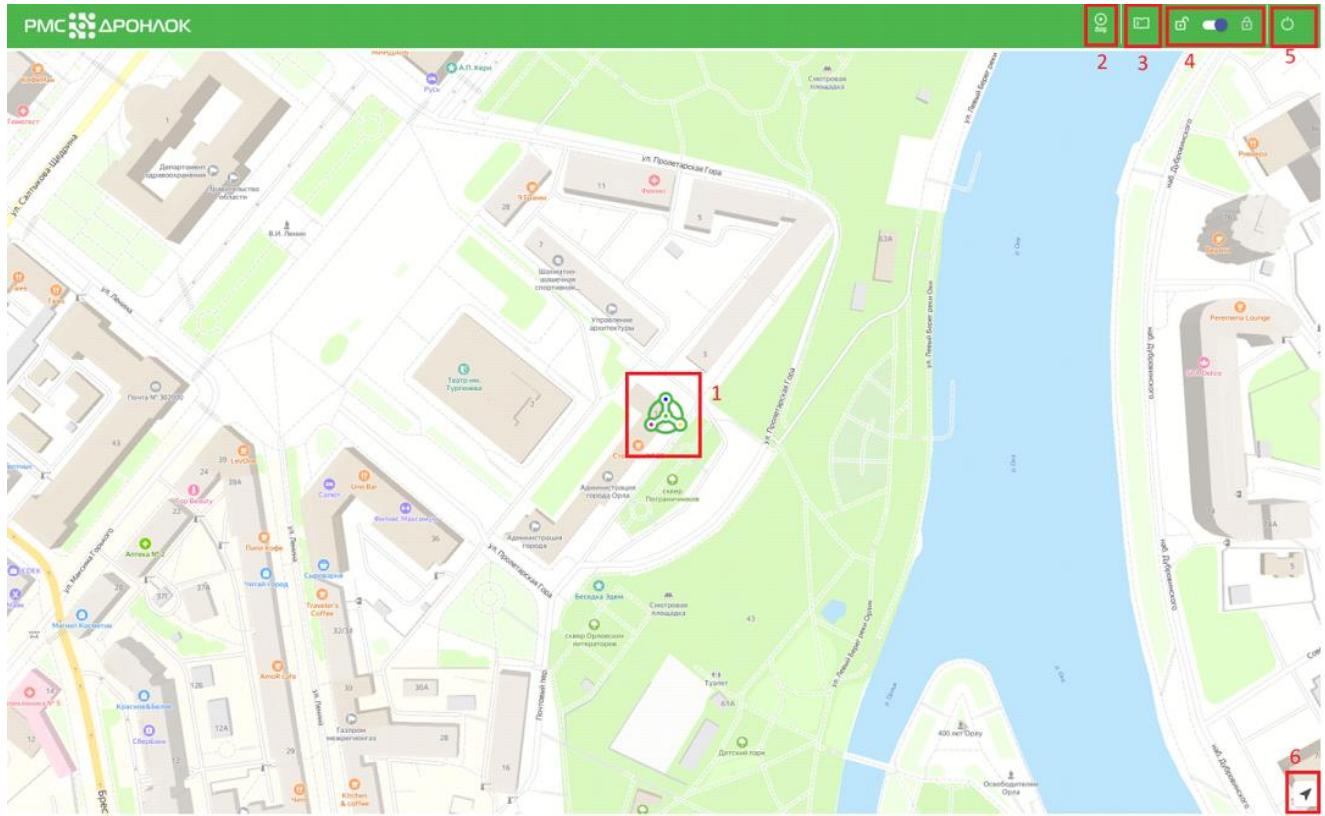


Рисунок 2. Элементы управления в режиме оператора

Здесь цифрами обозначены:

- 1 – метка расположения микрофонной системы. Всегда расположена в центре карты.
- 2 – кнопка включения режима Автокалибровки (см. ниже);
- 3 – кнопка отображения журнала событий;
- 4 – кнопка разблокировки карты;
- 5 – кнопка входа в режим специалиста;
- 6 – кнопка автопозиционирования карты.

Позиционирование

Оператор перед началом работы должен убедиться, что метка (1) на карте соответствует реальному расположению на местности и ориентации микрофонной системы. В случае отличия оператор должен разблокировать карту кнопкой (4) и скорректировать местоположение и ориентацию.

Карту можно двигать и поворачивать (с использованием **Ctrl+**), менять

масштаб (Mouse scroll). Угол поворота карты определяется фактической ориентацией синего, красного или желтого микрофонов на местности. Кнопка (6) позволяет осуществить позиционирование центра карты в автоматическом режиме по данным интернет-подключения (если оно доступно). Кроме того, при разблокировке карты доступно окно поиска по прямоугольным координатам (рисунок 3).

По окончании корректировки оператор блокирует карту (4), в результате данные по местоположению сохраняются, карта блокируется от случайных перемещений.

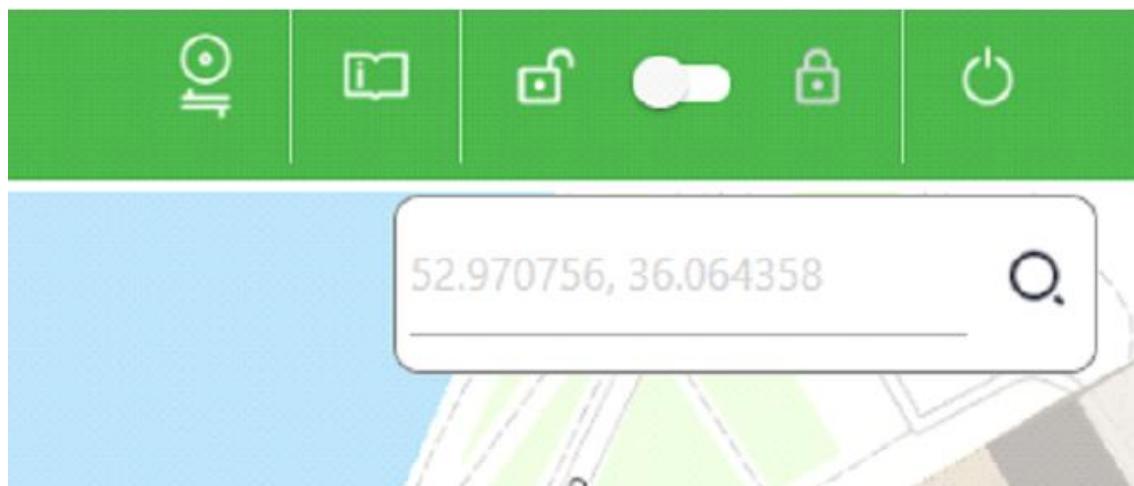


Рисунок 3. Окно позиционирования по прямоугольным координатам

Автокалибровка

В зависимости от шумовой обстановки в районе размещения микрофонной системы общий уровень помех может вызывать ложные срабатывания комплекса. Для предотвращения таких ошибок необходимо использовать режим автокалибровки. Его суть заключается в автоматическом понижении/повышении порога срабатывания комплекса в зависимости от текущих вероятностно-временных показателей, определяемых модулем расчета.

Режим Автокалибровки включается кнопкой (2). Появляется окно «Вероятностно-временная характеристика (BBX)» (рисунок 4), на котором оператор наглядно видит текущий порог (красный пунктир) и общий уровень

рассчитанных значений, согласно текущих помех. Длительность автокалибровки определяет оператор, ориентируясь на особенности текущей акустической обстановкой при условии отсутствия БПЛА в рабочем радиусе от микрофонного устройства. В общем случае для автокалибровки достаточно 10 секунд, после чего оператор должен выключить режим кнопкой (2). В результате вновь определенный порог сохранится в настройках комплекса.

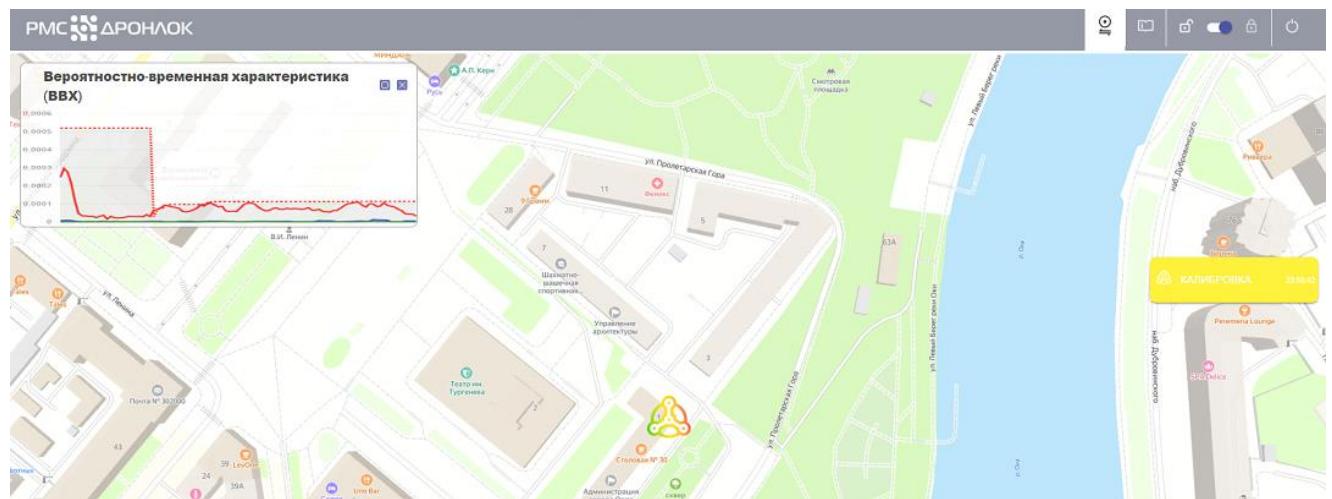


Рисунок 4. Режим Автокалибровки

Журнал

Комплекс регистрирует значимые события в локальную базу данных. Для их просмотра оператор нажимает кнопку (3), открывается окно (рисунок 5).

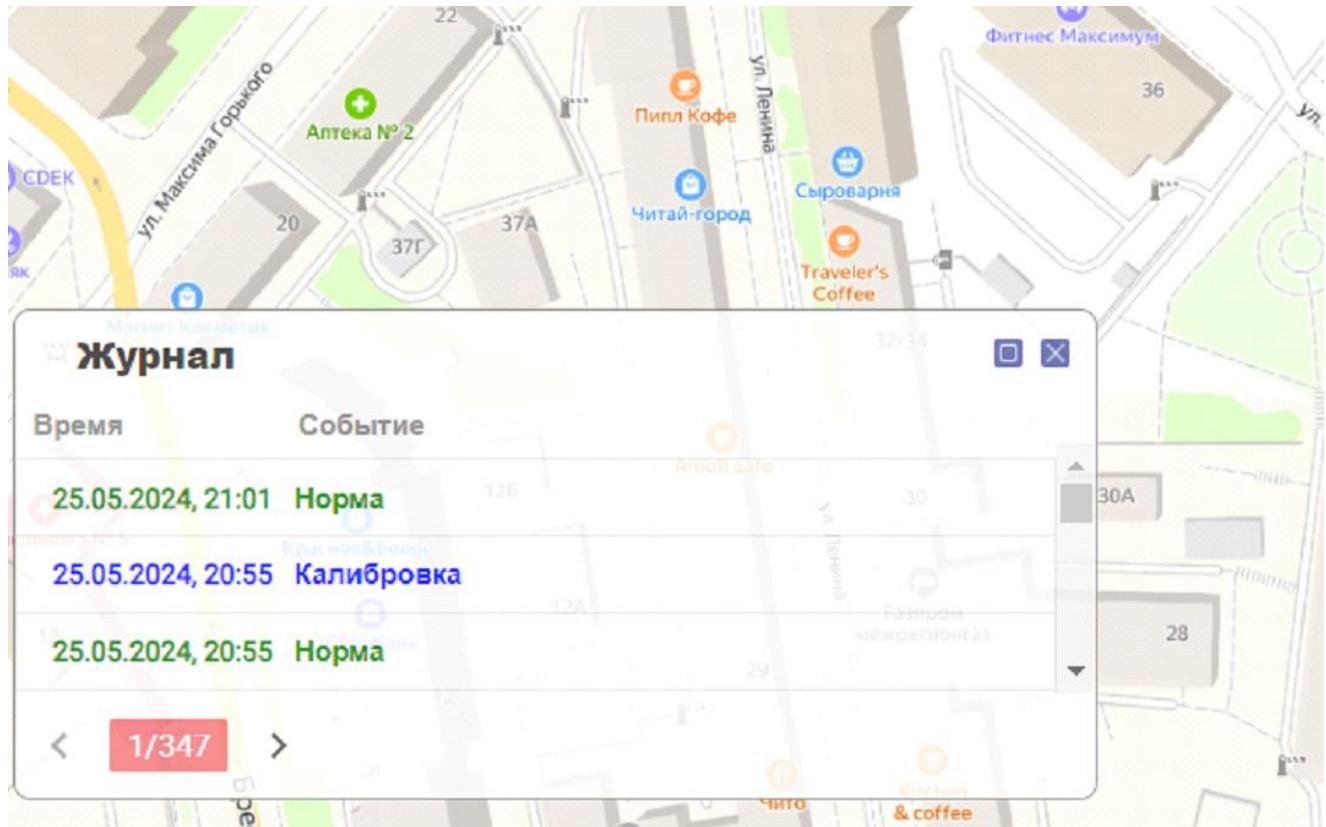


Рисунок 5. Журнал событий

Всего регистрируется 4 вида событий:

- «Норма» – комплекс работает в штатном режиме;
- «Внимание» – порог срабатывания превышен, возможно обнаружение БПЛА;
- «Дрон обнаружен» – порог срабатывания превышен, БПЛА обнаружен;
- «Калибровка» – проведена процедура автокалибровки комплекса.

При возникновении события ПО отображает уведомление о нем в правой части экрана, а в случае события «Дрон обнаружен» включает также звуковую сигнализацию (рисунок 6).

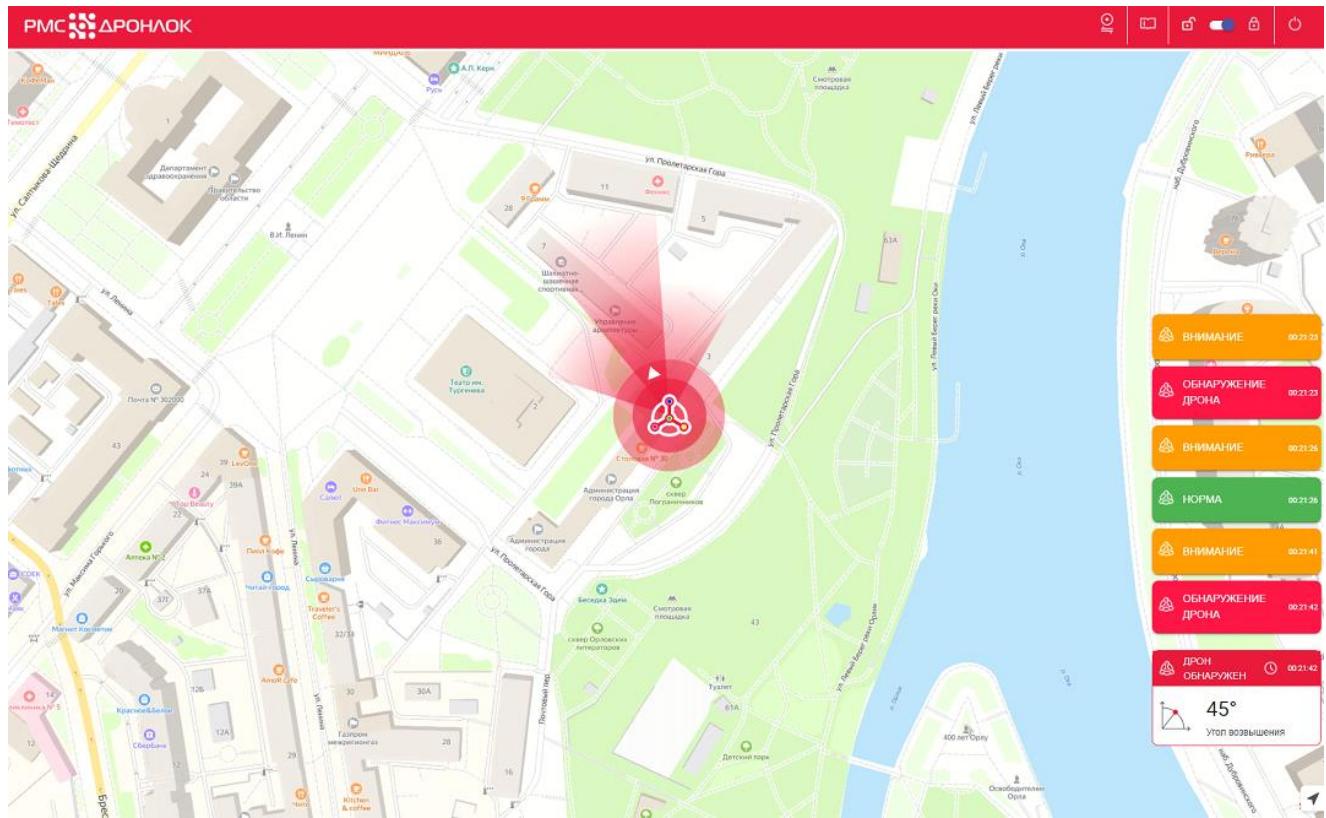


Рисунок 6. Отображение события «Дрон обнаружен»

Определенный угол возвышения обнаруженного БПЛА отображается в правом нижнем углу экрана (рисунок 6).

Переход в режим специалиста

Для включения режима специалиста оператор нажимает кнопку (5) и вводит пароль (по умолчанию «1234») в окне ввода (рисунок 7)

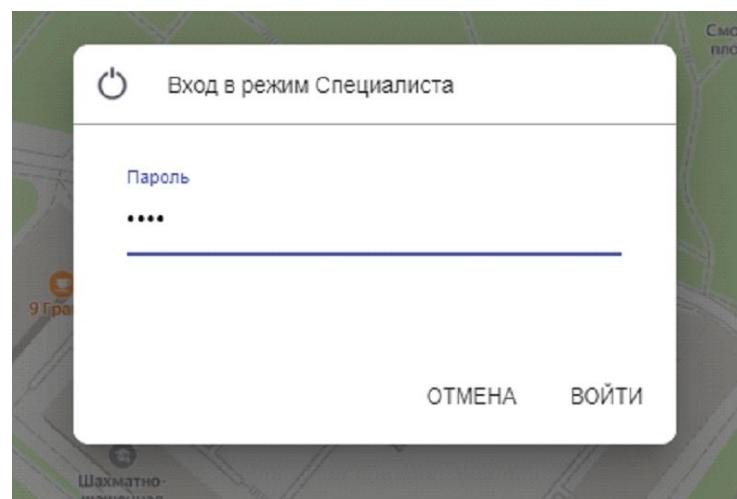


Рисунок 7. Окно ввода пароля специалиста

3.3.2 Режим специалиста

В режиме специалиста помимо функций оператора доступны также следующие функции:

- отображение окна BBX;
- отображение окна спектра сигнала;
- корректирование параметров алгоритма детектирования.

Внешний вид ПО в режиме специалиста с отображением BBX и спектра представлен на рисунке 8.

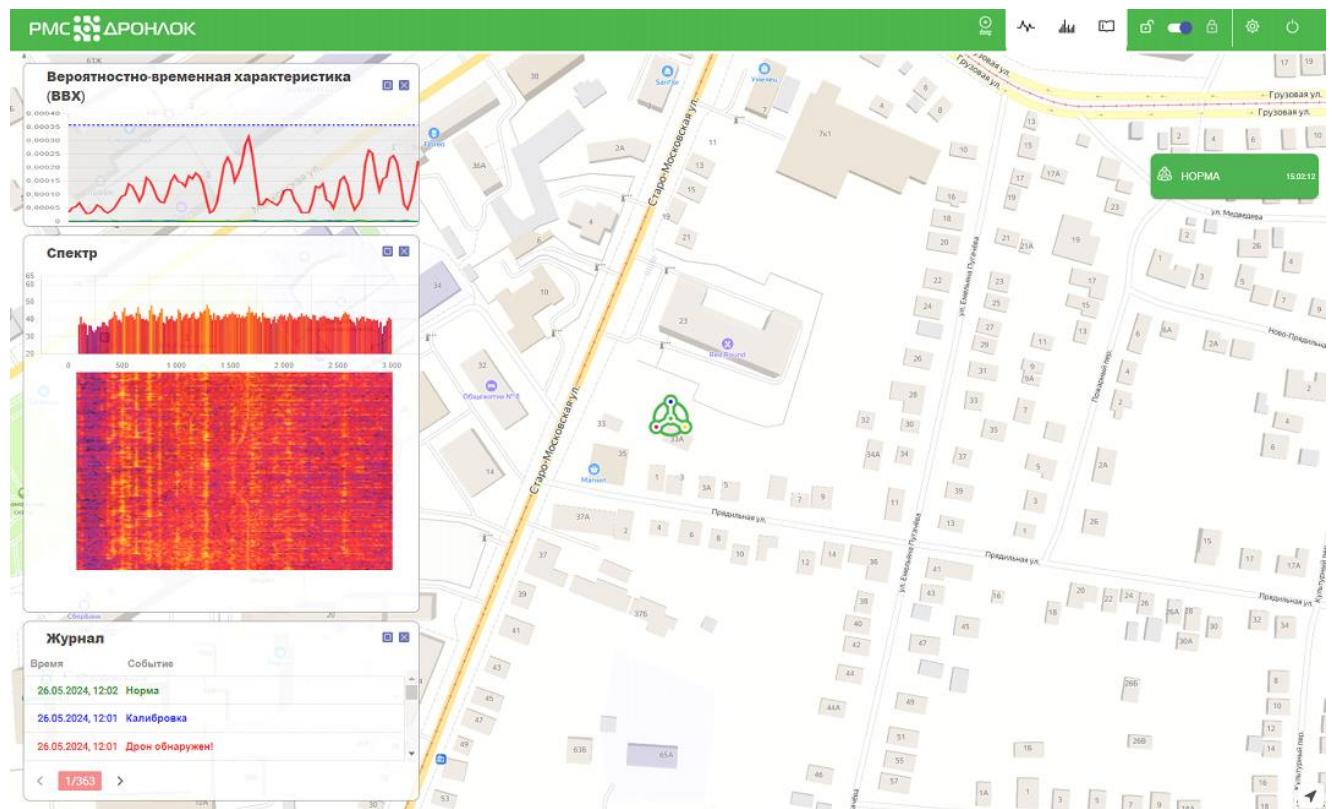


Рисунок 8. ПО в режиме специалиста



Рисунок 9. Органы управления в режиме специалиста

При входе в режим специалиста отображаются дополнительные элементы управления (рисунок 9):

- 7 – кнопка отображения/скрытия окна ВВХ;
- 8 – кнопка отображения/скрытия спектра сигнала;
- 9 – кнопка отображения настроек.

Корректировка настроек алгоритма обнаружения

ПО поставляется настроенным и готовым к работе, однако в определенных случаях (изменение конструкции комплекса, появление новых типов БПЛА, нестандартные погодные условия и т.п.) могут быть рекомендованы тонкие настройки алгоритма обнаружения комплекса.

Тонкие настройки должен производить специалист, знакомый с особенностями работы алгоритма обнаружения! Изменение настроек без четкого понимания, для чего это делается, строго не рекомендуется!

Окно настроек (рисунок 10) вызывается кнопкой 9.



Обнаружение

Текущий файл: 2024-05-01T16:54:03.977Z

Выберите файл

Файл не выбран

Загрузить файл

Порог

0,000069

Размер FFT

2048

Перекрытие

75%

Число MFCC

16

Число окон MFCC

22

Частотный диапазон анализа

F_{max}, Гц

3000

F_{mid}, Гц

1500

F_{min}, Гц

100

Частота дискретизации, Гц

32000

Число коэф. мед. фильтра

2

Размер фрейма оценки

16

Число фреймов min

3

Число фреймов max

5

Динамическая сетка

Определение направления

Микрофон №1

Длина, мм

26

Угол обхода

0

Угол отклонения

0

Микрофон №2

Длина, мм

25

Угол обхода

120

Угол отклонения

90

Микрофон №3

Длина, мм

25

Угол обхода

240

Угол отклонения

90

Микрофон №4

Длина, мм

26

Угол обхода

0

Угол отклонения

90

Размер FFT

4096

Перекрытие

0,125

Размер окна фильтра

16

Число усредняемых измерений

5

ГИС Яндекс



ОТМЕНА

ПРИМЕНИТЬ

Рисунок 10. Окно тонких настроек ПО

Поля имеют следующие названия и назначения:

Обнаружение:

- Текущий файл – дата загрузки файла с сигнатурами БПЛА. Для обновления файла необходимо указать к нему путь кнопкой «Выберите файл» и загрузить его кнопкой «Загрузить файл»;
- Порог – уровень BBX, при котором будет принято решение об обнаружении БПЛА;
- Размер FFT – размер фрейма кратный 2, в соответствии с которым осуществляется однократное вычисление сигнатур;

- Перекрытие – процент перекрытия фреймов, составляющих в комбинации окно валидности, по размерам которого принимается решение о наличии/отсутствии БПЛА;
- Число MFCC – число коэффициентов *melfrequency cepstral coefficients* (мел-частотные кепстральные коэффициенты), которые составляют основу вычисляемых сигнатур в задаче оценки наличия/отсутствия БПЛА;
- Число окон MFCC – число спектральных полос фильтров, составляющих сигнатуры, применяемые при вычислении акустических параметров БПЛА в мел-шкале при расчете числа MFCC;
- F_{\max} , F_{mid} и F_{\min} в Гц – соответствующие значения верхней, центральной и нижней частот в области которых будет производиться вычисление координатного вектора сигнатур. При этом частоты F_{\max} и F_{\min} устанавливают полосу, в которой выбираются спектральные полосы фильтров в мел-шкале, а области F_{\max} и F_{mid} , F_{mid} и F_{\min} задают участки, в спектральной области которых будет производиться вычисление перплексий высокочастотной, низкочастотной части спектра соответственно;
- Частота дискретизации, Гц – частота дискретизации в Гц;
- Число коэф. мед. фильтра – число коэффициентов медианного фильтра;
- Размер фрейма оценки – число кратности 16 точкам, определяющим максимальное число полуфреймов в наборе (максимальный размер окна оценки);
- Число фреймов \min – минимальное число фреймов оценки, характеризуемое числом фреймов, применяемых при оценке БПЛА (минимальный размер окна оценки), устанавливающий минимальное значение набора векторов признаков, по которому выполняется однократная оценка наличия/отсутствия БПЛА;
- Число фреймов \max – максимальное число фреймов оценки $\times 16$ – число фреймов, применяемых при оценке БПЛА (максимальный размер окна оценки), устанавливающий максимальное значение набора векторов признаков, по которому выполняется однократная оценка наличия/отсутствия БПЛА.

Определение направления:

- Длина, мм – расстояние соответствующего микрофона от геометрического центра микрофонной системы;
- Угол обхода – отклонение соответствующего микрофона от условного нуля микрофонной системы по горизонтали, град;
- Угол отклонения – отклонение соответствующего микрофона от условного нуля микрофонной системы по вертикали, град;
- Размер FFT – размер фрейма в отсчетах, на котором производится однократная оценка направления на БПЛА;
- Перекрытие – обратная величина процента перекрытия фреймов;
- Размер окна фильтра – размер сглаживающего окна винеровского фильтра, получаемых оценок направления на БПЛА, задаваемый число однократных измерений;
- Число усредняемых измерений – число отфильтрованных оценок направлений, усредняемых среднеарифметическим правилом перед итоговым выводом;

Для применения внесенных корректировок необходимо нажать кнопку «ПРИМЕНИТЬ» справа внизу. Для отмены изменений – кнопку «Отмена».

При нажатии кнопки «ПРИМЕНИТЬ» измененные параметры будут сохранены в настройках модуля расчета, затем модуль расчета будет перезапущен.

Примечание:

В зависимости от измененных настроек и режима работы микрофонной системы время запуска модуля расчета может составлять до 30 секунд. В это время модуль интерфейса будет иметь вид:

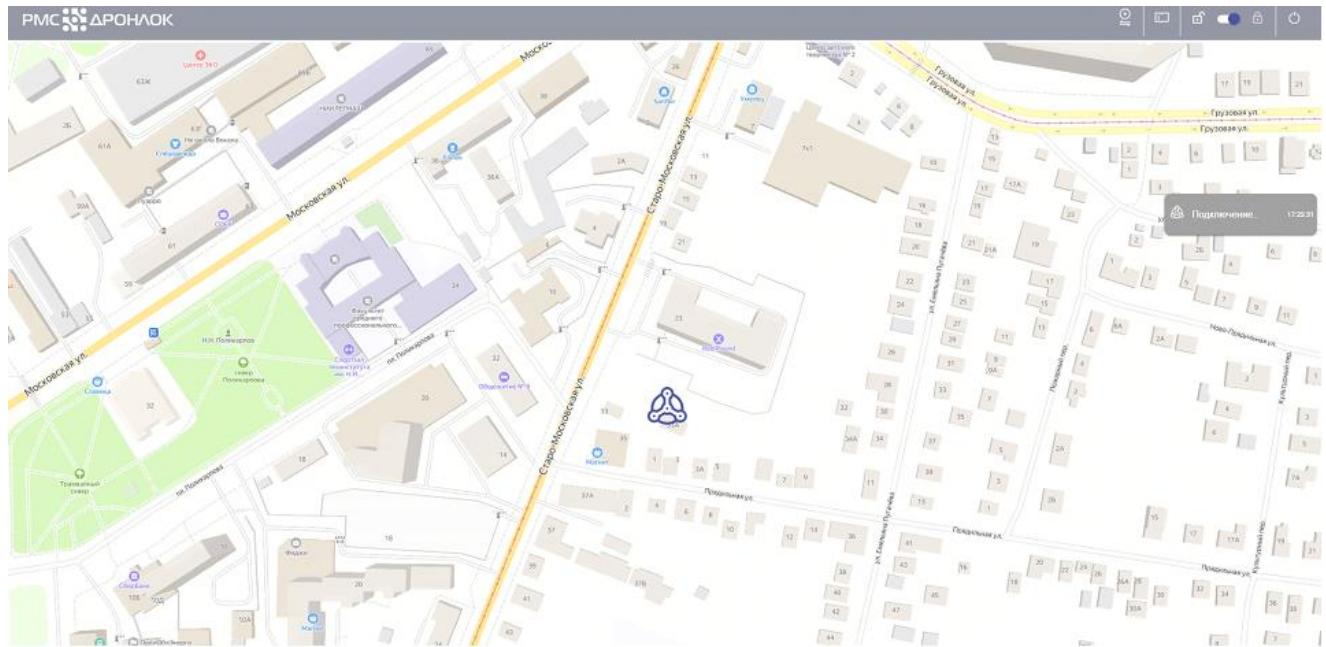


Рисунок 11. Внешний вид ПО при отсутствии связи с модулем расчета

В течение этого периода ПО должно восстановить работоспособность без участия оператора. Если этого не произошло, необходимо проверить работу комплекса по методике устранения неисправностей.