

Конкурсная работа

В 2017 году ТОП ЛЭМЗ ПАО «НПО «Алмаз» приступило в инициативном порядке к разработке комплекса для наблюдения и противодействия несанкционированным полетам малоразмерных малоскоростных объектов, прежде всего БЛА.

К началу 2018 года разработка была завершена, проведены предварительные испытания РЛК-МЦ. В декабре 2018 года начаты государственные испытания комплекса для нужд МО РФ.

Назначение, задачи, принципы построения и состав комплекса РЛК-МЦ

Комплекс РЛК-МЦ предназначен для контроля за воздушной обстановкой в заданном районе, обнаружения, распознавания и противодействия малоразмерным малоскоростным БЛА с использованием средств радиоэлектронного подавления.

Комплекс обеспечивает решение следующих задач:

- обзор воздушного пространства и обнаружение целей радиолокационным каналом;
- подтверждение и автоматическое сопровождение целей оптико-электронными средствами;
- пеленгацию источников радиоизлучения;
- распознавание типов целей;
- радиоэлектронное подавление каналов управления, передачи данных и навигации БЛА;
- выдачу информации внешним потребителям, в том числе целеуказаний внешним средствам физического воздействия на БЛА.

При необходимости, комплекс может быть использован для обеспечения орнитологической безопасности в районе охраняемых объектов (аэродромов).

Комплекс построен по модульному принципу, что позволяет гибко конфигурировать его состав в зависимости от задач потребителя – от ведения разведки до противодействия БЛА.

Базовый состав комплекса включает следующие модули (подсистемы):

- трехкоординатную твердотельную обзорную РЛС X-диапазона (3 см);
- оптико-электронную систему (ОЭС);
- подсистему радиотехнической разведки (РТР);
- встроенный блок АЗН-В;
- подсистему радиоэлектронного противодействия (РЭП).

Оборудование комплекса, включая вспомогательные системы (ДЭС и систему обеспечения тепловых режимов) размещается на одном транспортном шасси КАМАЗ-5350. Возможна поставка комплекса в стационарном варианте или размещение оборудования комплекса на стационарных объектах.

Предусматривается возможность совместной работы нескольких комплексов РЛК-МЦ для обеспечения необходимой зоны контроля в районе охраняемого объекта. Также предусмотрено подключение к каждому комплексу до 30 дополнительных (внешних) средств/модулей (ОЭС, РТР, РЭП).



Рисунок 1 – Мобильный комплекс РЛК-МЦ



Рисунок 2 – Комплекс РЛК-МЦ в развернутом состоянии с вынесенными средствами РТР и РЭП

Основные тактико-технические характеристики комплекса РЛК-МЦ

Наименование характеристики	Значение
<i>Основные характеристики РЛС</i>	
Длина волны, см	3
Зона обзора: по азимуту, град. по углу места, град. минимальная дальность, м, не более максимальная дальность, км, не менее	360 от 0 до 30 300 20
Дальность обнаружения в свободном пространстве: для мини/микро БПЛА типа DJI Mavik (DJI Phantom), км, не менее для средних БПЛА типа «Орлан-10», км, не менее	6 (7) 15
Точность определения координат (СКО): по дальности, м, не более по азимуту, град., не более по углу места, град., не более	7 0,25 0,85
Темп обновления информации, с	2,5
<i>Основные характеристики ОЭС</i>	
Зона обзора: по азимуту, град. по углу места, град.	360 от -2 до 45
СКО измерения угловых координат, град., не более	0,25
<i>Основные характеристики средств РТР</i>	
Зона обзора: по азимуту, град. по углу места, град.	360 от 0 до 30
Дальность обнаружения источника радиоизлучения, км, не менее	4
Диапазон рабочих частот, МГц	от 490 до 5900
СКО определения угловых координат, град., не более	5
<i>Основные характеристики средств РЭП</i>	
Зона обзора: по азимуту, град. по углу места, град.	360 от 0 до 30
Дальность подавления: каналов управления и передачи данных, км, не менее каналов спутниковой навигации, км, не менее	4 4
<i>Эксплуатационные характеристики</i>	
Параметры сети первичного электропитания:	
напряжение, В	380
частота, Гц	50+-2%
Мощность, потребляемая аппаратурой комплекса, кВА, не более	12
Режим работы комплекса	24/7/365

Краткое описание аппаратуры комплекса

В кузове-контейнере на транспортном шасси КАМАЗ-5350 размещается следующая аппаратура базового состава мобильного комплекса РЛК-МЦ:

1. РЛС на опорно-поворотном устройстве под радиопрозрачным укрытием (РПУ) с системой охлаждения (устанавливается на подъемнике в переднем отсеке кузов-контейнера).

2. Система подъема РЛС.

3. Дизель-генератор.

4. Стойка электропитания и связи с внешними потребителями.

5. Две поворотные узкопольные ОЭС (устанавливаются на кронштейне кузов-контейнера).

6. Аппаратура подсистем РТР и РЭП.

7. Оборудование обеспечения тепловых режимов (кондиционер, тепловентиляторы).

8. Рабочее место оператора комплекса.

9. Запасное имущество и контрольно-измерительная аппаратура, выносное оборудование для внешнего подключения комплекса (кабели, блоки сопряжения и т.д.).

РЛС комплекса работает в диапазоне 3-см и позволяет измерять 3 координаты целей.

РЛС имеет высокую надежность, дистанционное управление, автоматический контроль и диагностику.

Большинство операций по обработке сигналов и выбору режимов работы осуществляется программными способами на ЭВМ.

Основными особенностями РЛС являются:

- работа на двух поляризациях;
- высокая разрешающая способность по дальности;
- адаптивная система СДЦ.

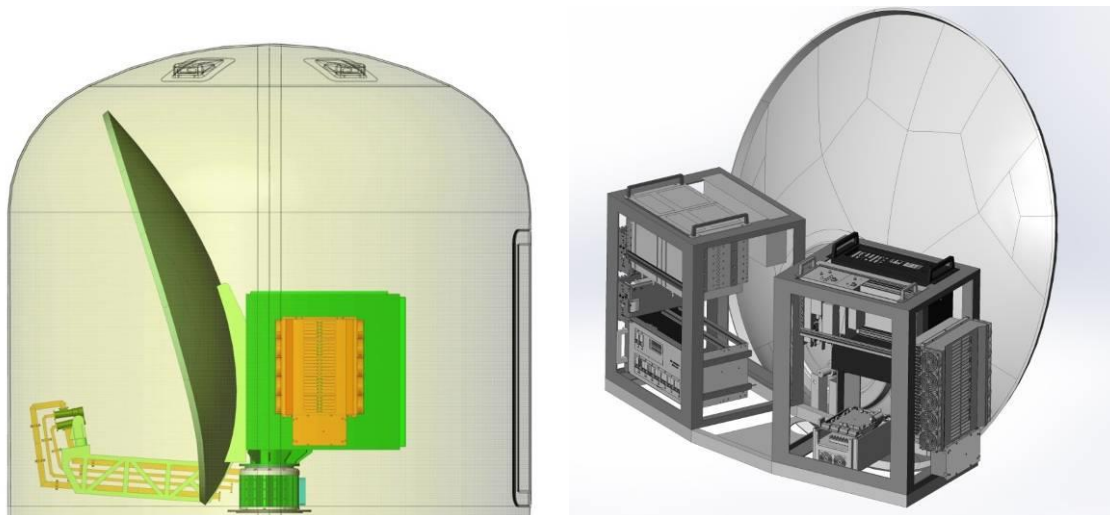


Рисунок 3 – Внешний вид РЛС

Композитная двухполяризационная антенна предназначена для излучения СВЧ-энергии в эфир и приема эхо-сигналов на двух поляризациях.

Безредукторное опорно-поворотное устройство предназначено для вращения антенны по азимуту по заданной с системы управления скорости вращения.

РЛС комплекса устанавливается под РПУ на гидравлическом подъемнике. Все оборудование РЛС устанавливается на вращающейся части с тыльной стороны антенны.

При подъеме РЛС оператор сдвигает крышу при помощи лебедки, после чего поднимает РЛС. Под РЛС размещен кондиционер для обеспечения теплового режима РЛС.

РЛС комплекса сохраняет работоспособность в условиях воздействия помех по каналам управления, передачи данных и навигации.

Оборудование РТР и РЭП может монтироваться на кузов-контейнере, предусмотрена поставка дополнительных выносных комплектов, монтируемых на легкоъемных стойках.

Внутри кузов-контейнера размещается рабочее место оператора (РМО) комплекса. Дополнительно имеется возможность дистанционной работы оператора с удаленного РМО.

Программное обеспечение комплекса РЛК-МЦ

Программное обеспечение (ПО) комплекса РЛК-МЦ включает в себя ПО первичной обработки информации РЛС, ПО модуля классификации целей, ПО вторичной обработки информации, ПО ОЭС, ПО РТР и РЭП, а также ПО автоматизированной системы контроля и управления.

ПО первичной обработки информации (ПО ПОИ) РЛС выполняет следующие задачи:

- прием радиолокационных сигналов на промежуточной частоте с 4-х выходов приемных каналов (две поляризации, у каждой имеется верхний и нижний лучи для измерения угла места цели);

- цифровое фазовое детектирование сигналов и формирование 4-х цифровых приемных каналов;

- согласованная фильтрация сигналов;

- защита от несинхронной импульсной помехи (НИП);

- адаптивная система СДЦ;

- формирование карты пассивных помех;

- формирование отметок для выдачи на вторичную обработку информации;

- формирование сигналов управления аттенюаторами ШАРУ;

- измерение коэффициентов шума приемных каналов;

- самоконтроль функционирования, выдача информации о состоянии составных частей на АСКУ.

ПО модуля классификации целей (ПО МКЦ) обеспечивает классификацию целей по спектральному радиолокационному портрету и обеспечивает идентификацию БЛА на фоне отражений от метеорообъектов и птиц.

ПО вторичной обработки информации (ПО ВОИ) решает задачи автоматизированного сбора, обработки, анализа, представления, накопления, хранения и передачи радиолокационной информации, в том числе:

- прием и обработку данных от ПО ПОИ РЛС;
- создание радиолокационных архивов по типам данных;
- завязку и автоматическое сопровождение целей;
- подключение модулей РЛС, ОЭС, РТР, РЭП, АЗН-В, НПУ БЛА;
- отображение и отождествление информации от всех модулей на экране РМО;

- управление модулями ОЭС, РТР и РЭП;
- объединение информации от РЛС и АЗН;
- выдача информации на потребителей.

ПО ОЭС выполняет функцию управления положением направления наблюдения, движение по командам от ПО ВОИ, выдачу пеленгов на сопровождаемый объект и его классификации.

ПО РТР и РЭП выполняет функции:

- обнаружения каналов передачи данных и управления от БЛА;
- анализ структуры сигналов для идентификации коммерческих БЛА;
- подавление каналов управления и передачи данных;
- подавление или искажение спутникового навигационного поля.

После обнаружения целей радиолокационным каналом и подтверждения наличия каналов управления и передачи данных средствами РТР цель идентифицируется оператором как БЛА. По команде оператора может быть включено радиоэлектронное противодействие. В результате воздействия системой РЭП происходит потеря связи оператора БЛА с бортом.

ПО АСКУ выполняет следующие задачи:

- определение готовности к работе в процессе подготовки изделия к включению (РГДВ), контроль его автоматического функционирования во время текущей работы (РАФ);

- проведение диагностирования изделия с целью определения его технического состояния и локализации неисправности (отказа) с точностью

до конструктивно и функционально законченного типового элемента замены (ТЭЗ) или группы ТЭЗов;

– формирование команд управления режимами работы, включения (отключения) аппаратуры изделия.

Примеры наблюдения различных объектов комплексом РЛК-МЦ

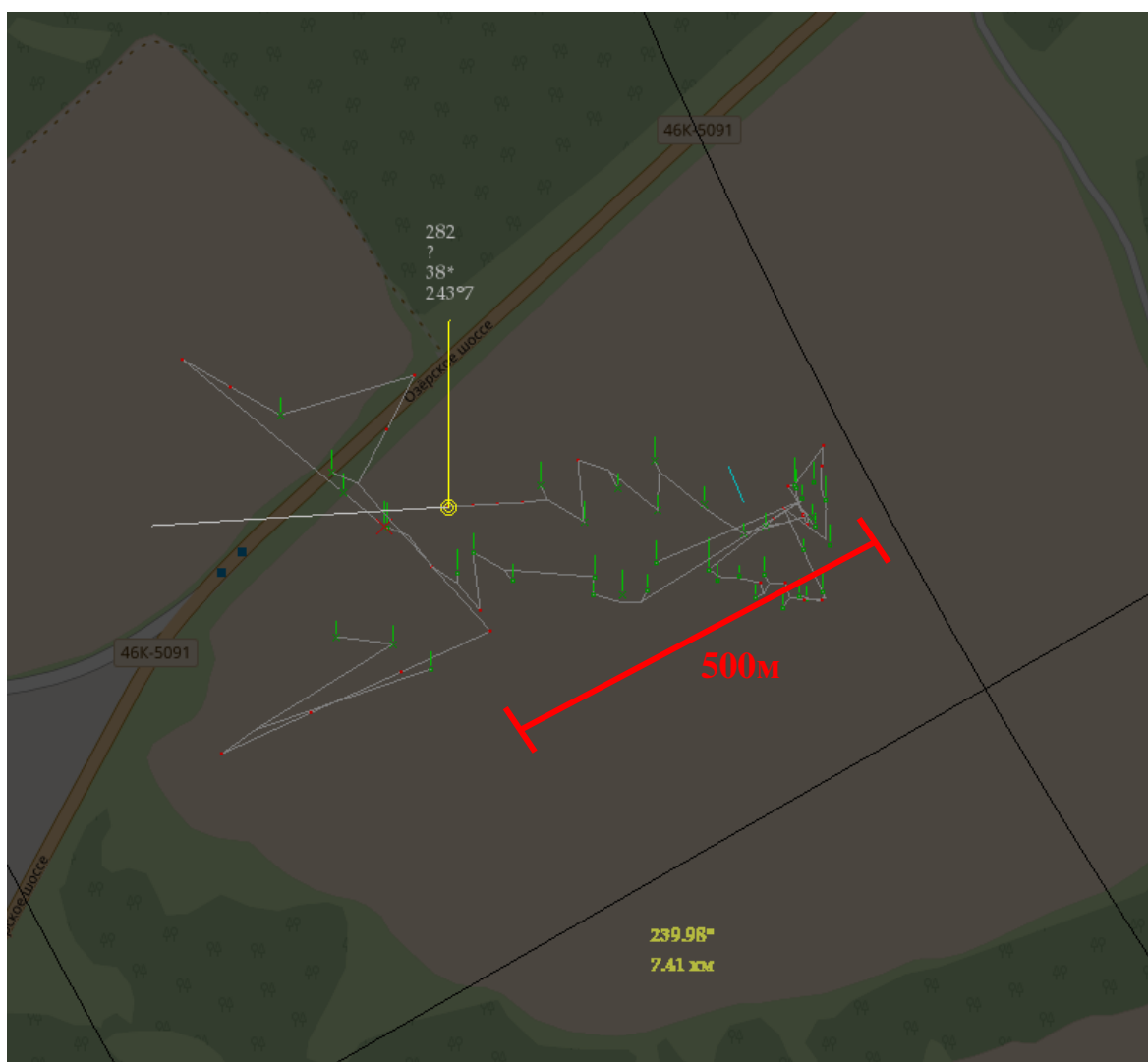


Рисунок 4 – Сопровождение БПЛА DJI Phantom 4 (7,5км)

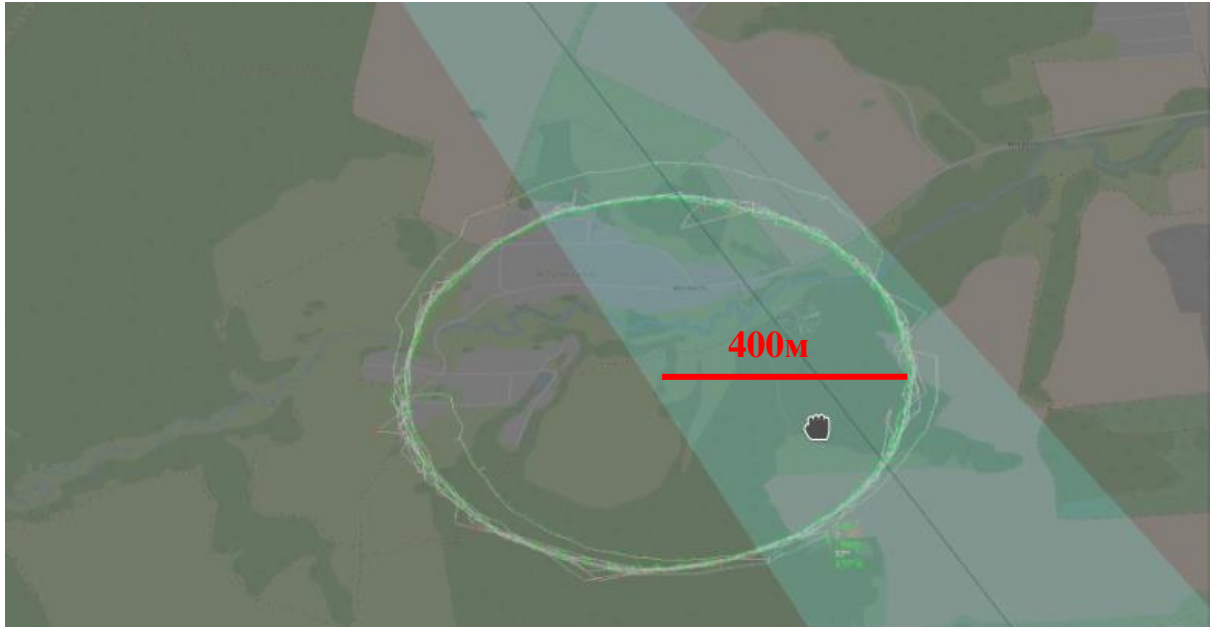


Рисунок 5 – Сопровождение БЛА «Орлан-10» (8 км)



Рисунок 6 – Обнаружение и сопровождение БЛА SuperCam (6км)
различными каналами комплекса (РЛС, ОЭС, РТР)

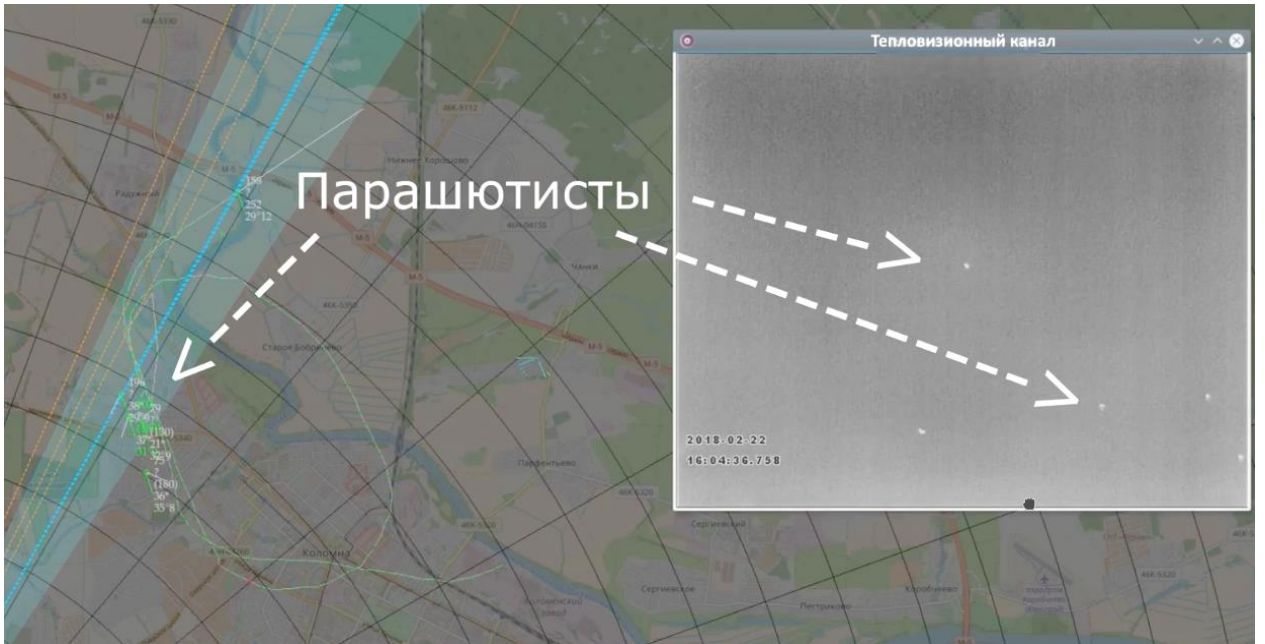


Рисунок 7 – Наблюдение объектов РЛС и выдача целеуказаний по ним на ОЭС (8 км)

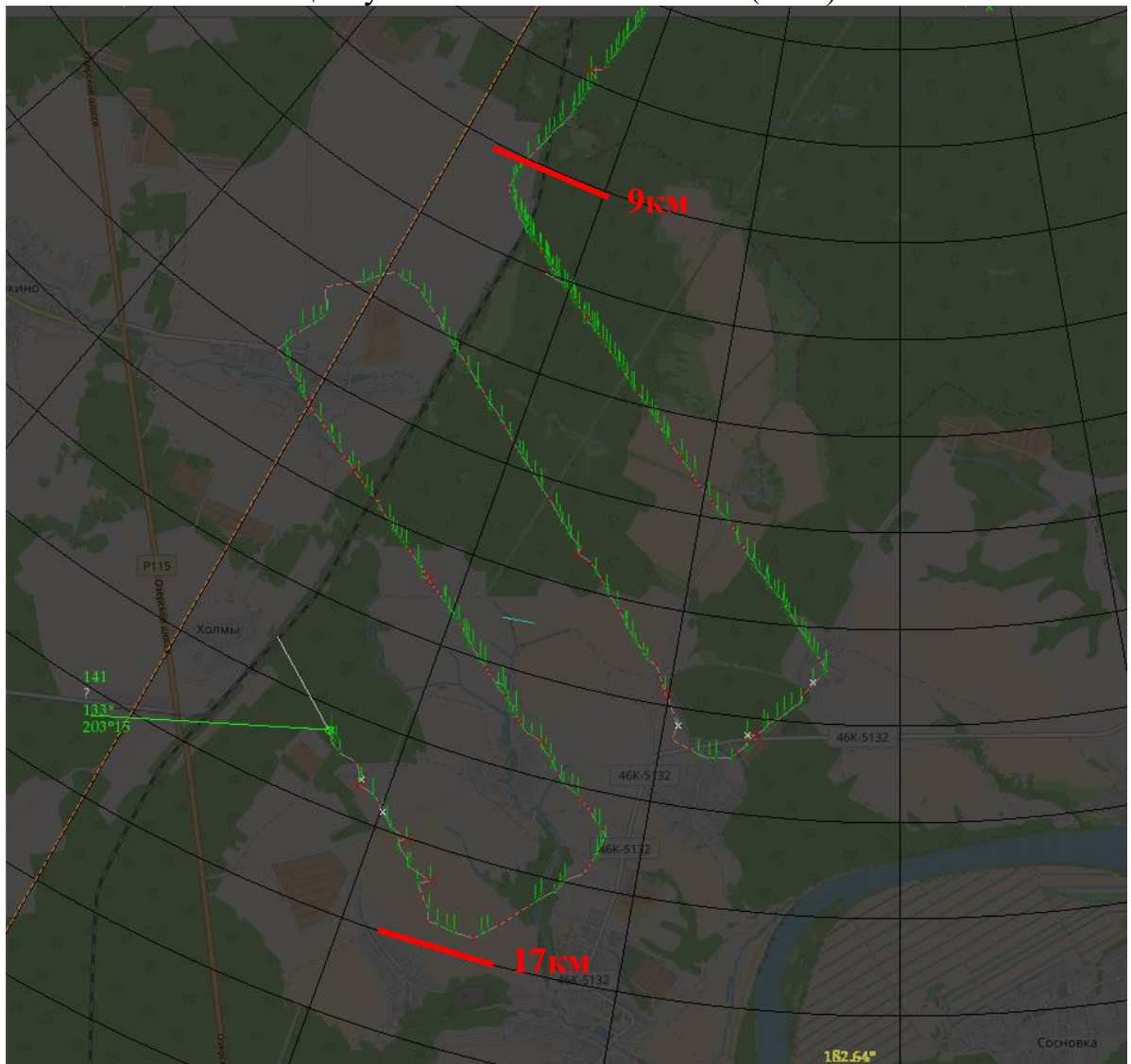


Рисунок 8 – Сопровождение БЛА «Орлан-10» (до 17км)