



**ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия  
имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж)**

**«Оценка помехозащищенности канала управления  
беспилотным летательным аппаратом в условиях  
воздействия помех от движущегося источника на основе  
имитационного моделирования»**

**Авторы:**

Зайцев Игорь Викторович, к.т.н., доцент

Молев Алексей Александрович, к.т.н.

Воронов Александр Андреевич

## Сферы применения малоразмерных БПЛА:

- Геодезические измерения
- Обнаружение пострадавших в спасательных операциях
- Исследование труднодоступной местности
- Видеосъемка массовых мероприятий
- Видеонаблюдение

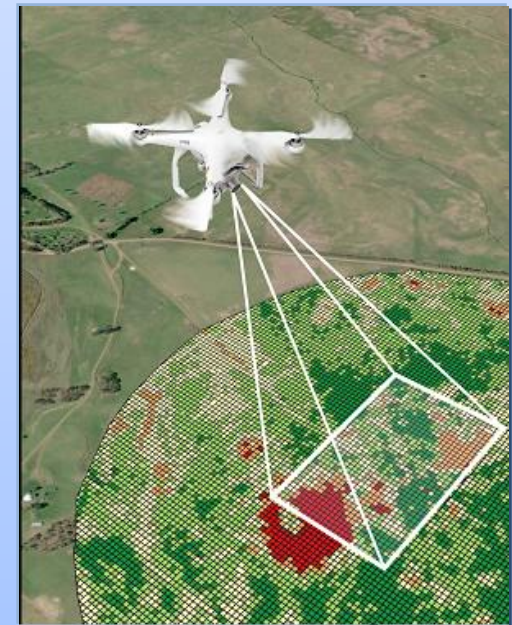


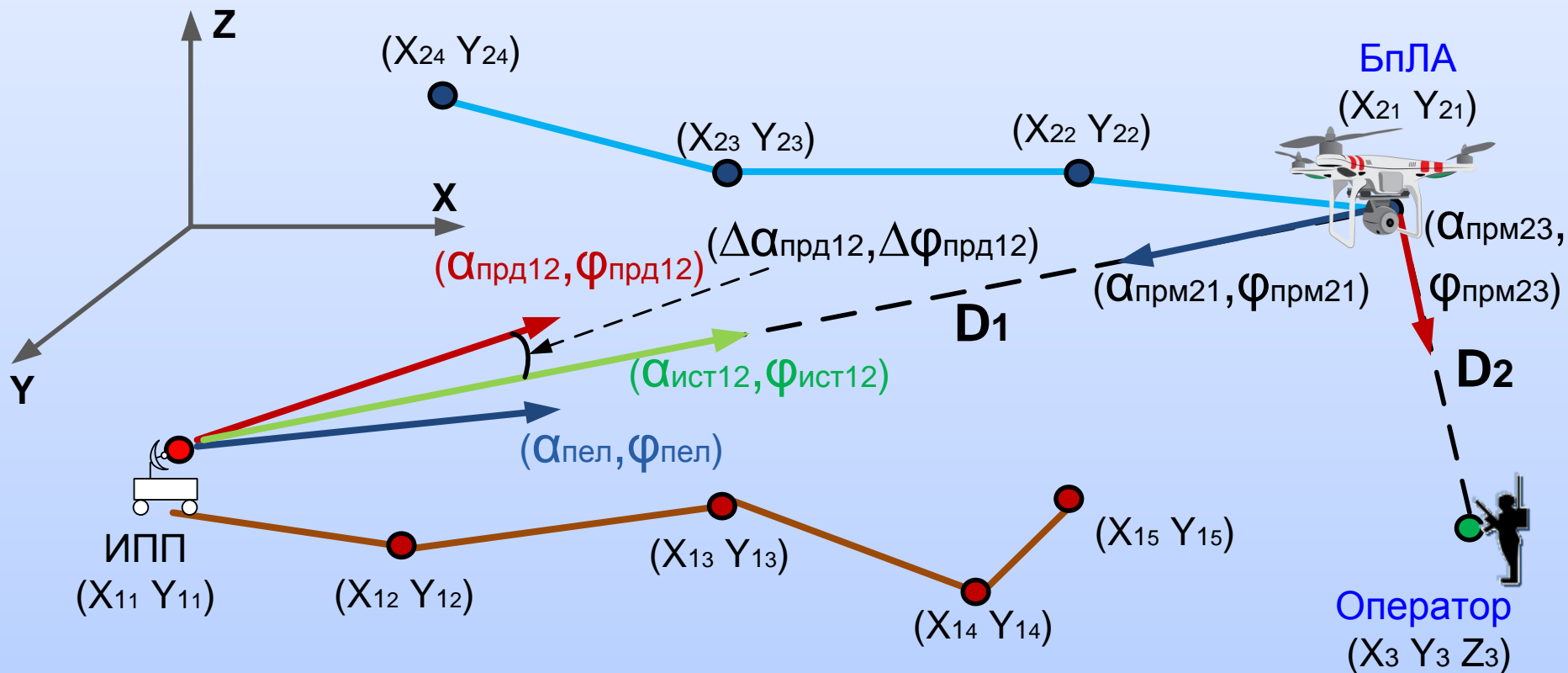
## Примеры источников непреднамеренных помех:

- Абоненты сетей связи и передачи данных
- Пульты дистанционного управления сторонних устройств
- Передающие устройства теле-, радиовещания

## Негативные последствия воздействия помех:

- Крушение БПЛА
- Уход с маршрута движения БПЛА
- Повреждение объектов или человеческие жертвы в месте крушения БПЛА





## Исходные данные

### Характеристики БпЛА:

высота полета, траектория, скорость движения, рабочая частота сигнала, вид сигнала, коэффициент подавления сигнала

### Характеристики канала управления оператора:

рабочая частота, координаты и энергopotенциал передатчика, диаграмма направленности передающей антенны в азимутальной и угломестной плоскостях

### Характеристики источника помех:

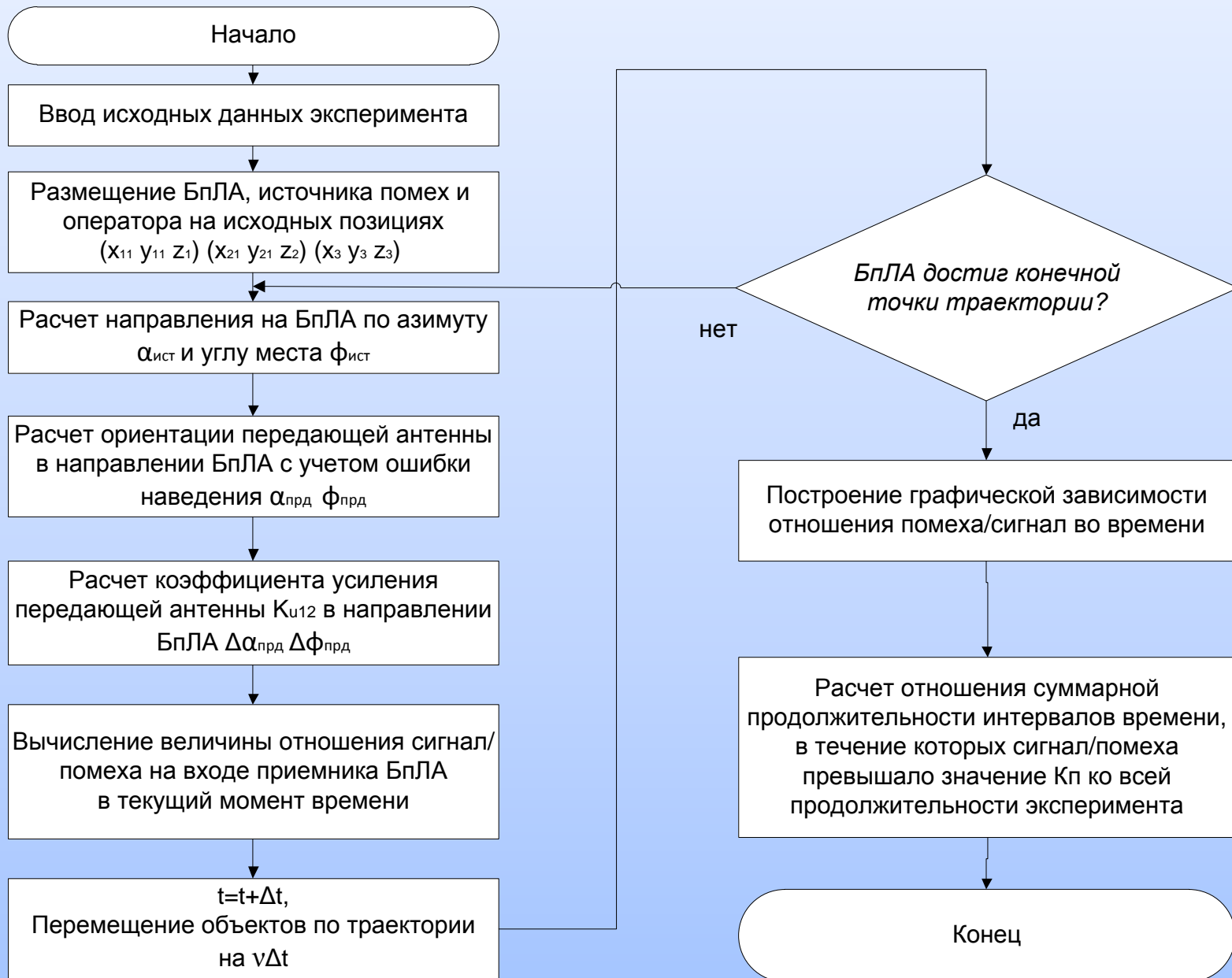
траектория движения, скорость движения, мощность передатчика, диаграмма направленности передающей антенны в азимутальной и угломестной плоскостях, скорость наведения передающей антенны

## Выходные данные

Вероятность успешного управления БпЛА.

## Ограничения и допущения

- в рассматриваемой системе функционируют один БпЛА и один источник непреднамеренных помех;
- между БпЛА и оператором, а также БпЛА и источником помех отсутствуют объекты, препятствующие распространению радиоволн;
- источник помех движется по поверхности без перепада высот, БпЛА на протяжении полета не меняет высоту;
- БпЛА не меняет траекторию движения в случае эффективного помехового воздействия на его канал управления;
- каналы управления и передачи данных работают в симплексном режиме с временным разделением;
- антенны БпЛА и оператора имеют вертикальную поляризацию.



## Агенты Общайронной модели

### Имитационная Модель

#### Исходные данные

##### Источник помех

Р<sub>рп</sub>  Вт

К<sub>у рп</sub>  раз

Скорость  км/ч

##### СКО пеленга

по азимуту  градусов

по углу места  градусов

##### Ширина главного лепестка ДНА

по азимуту  градусов

по углу места  градусов

##### Скорость наведения антенны

град/сек

##### Пульт Управления

Р<sub>с</sub>  Вт

##### БПЛА

К<sub>у с</sub>  раз

Скорость  км/ч

Высота  км

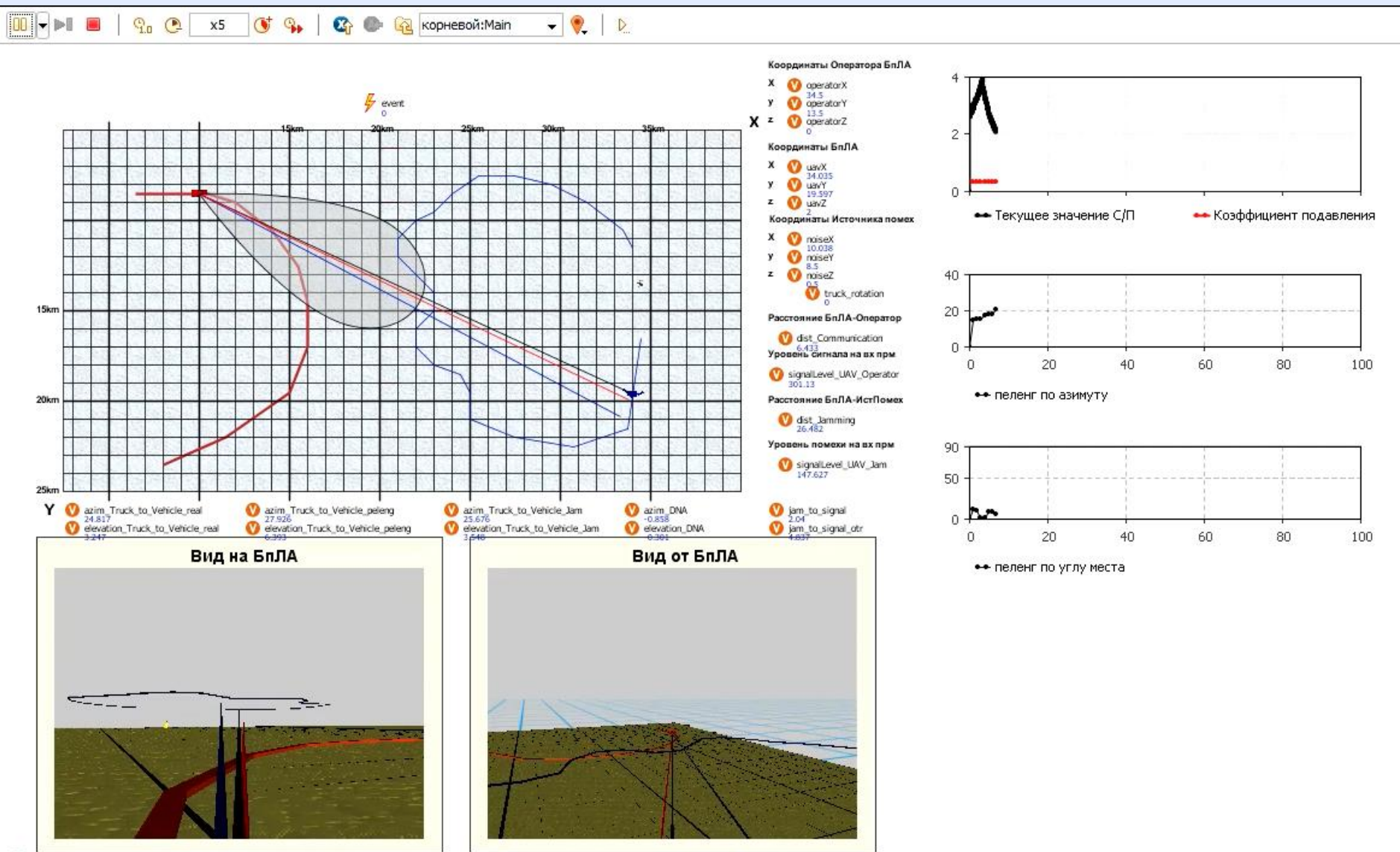
##### Общие

f  МГц

К<sub>п</sub>  раз

Запустить





**БЛАГОДАРЮ  
ЗА ВНИМАНИЕ!**