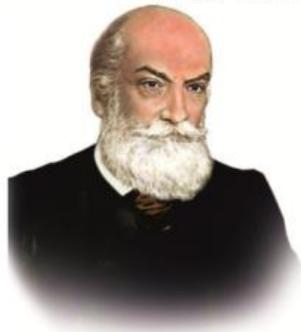


**ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ
ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Н.Е. ЖУКОВСКОГО И Ю.А. ГАГАРИНА**



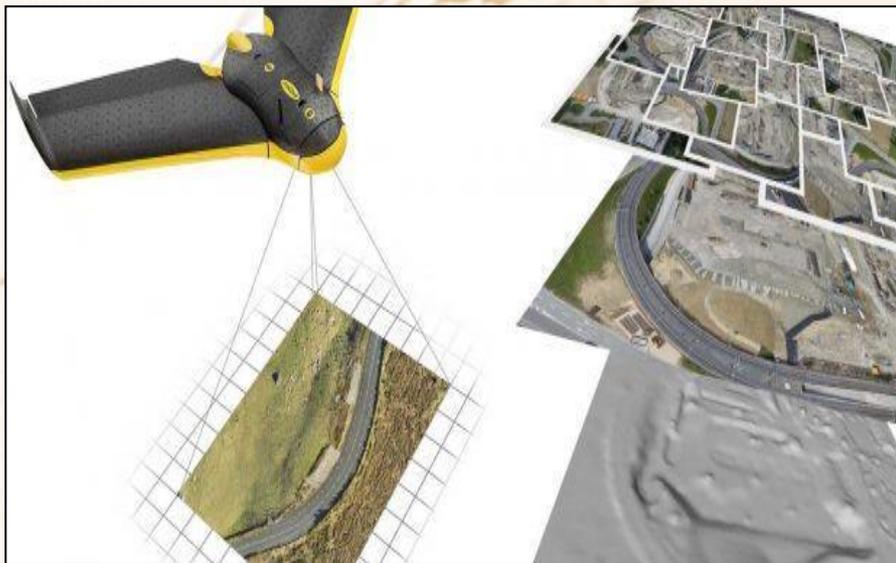
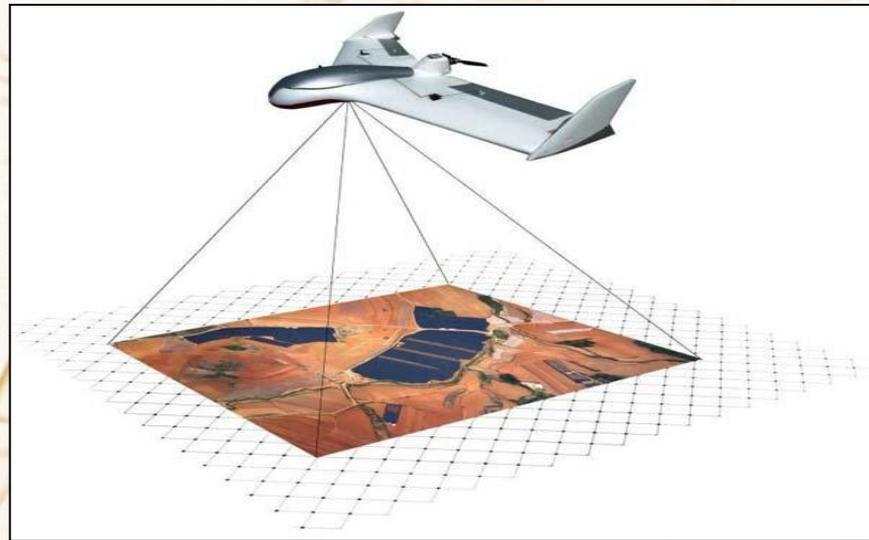
**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПОСТАНОВЩИКОВ
РЕТРАНСЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ**

**Адъюнкт 53 кафедры
Мазин Антон Сергеевич**

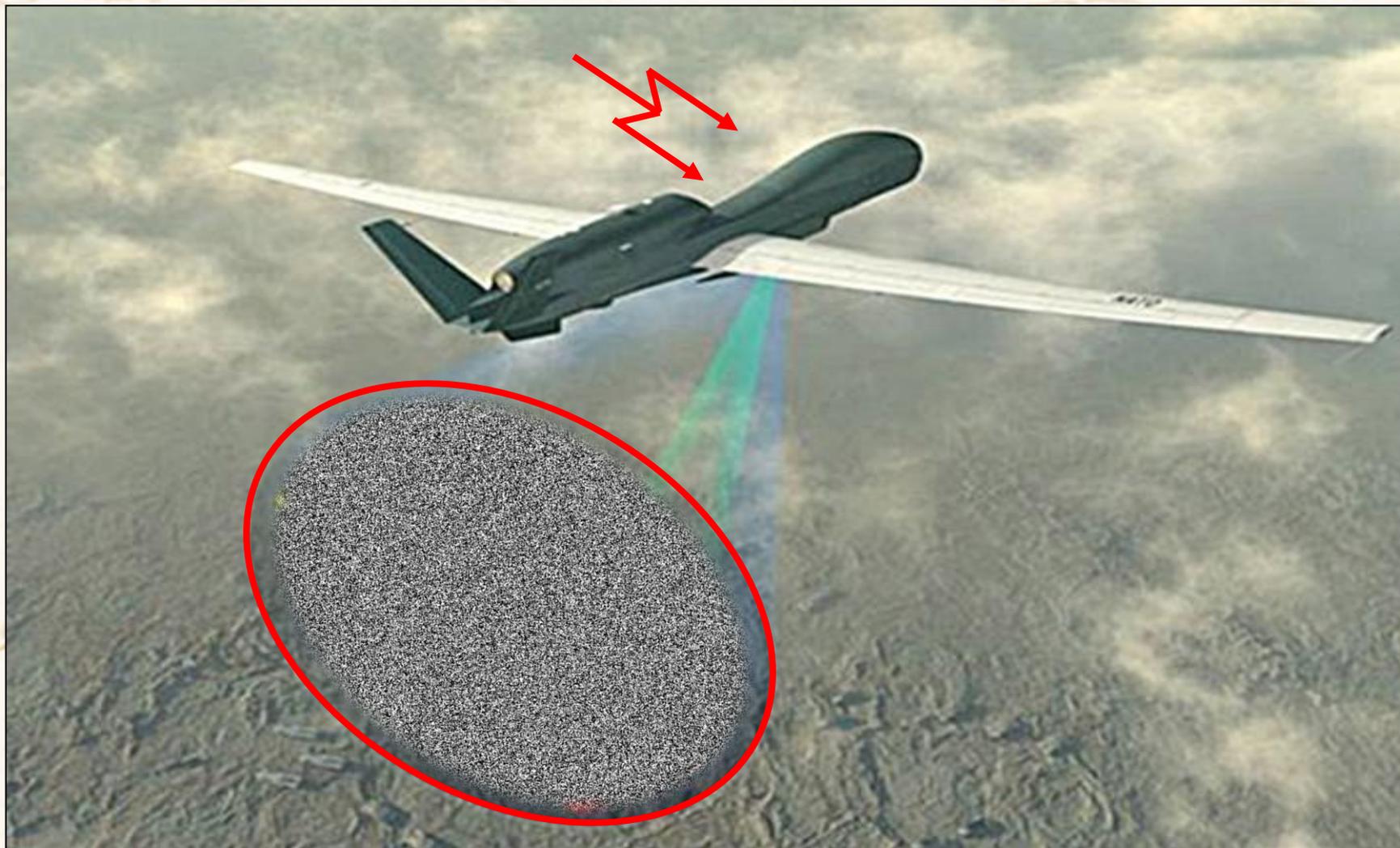
**г. Воронеж
2021 г.**

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПОСТАНОВЩИКОВ РЕТРАНСЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЗВЕДКИ

2



МАСКИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ОТ ВОЗДУШНОЙ РАЗВЕДКИ

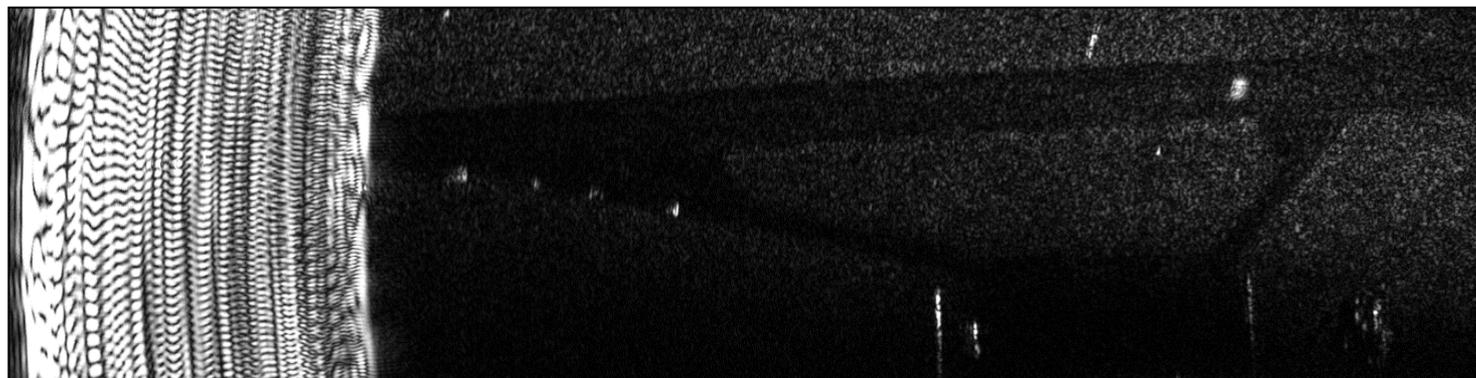


КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ
ПОСТАНОВЩИКОВ РЕТРАНСЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ
ПРИМЕР ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ
В РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ

4



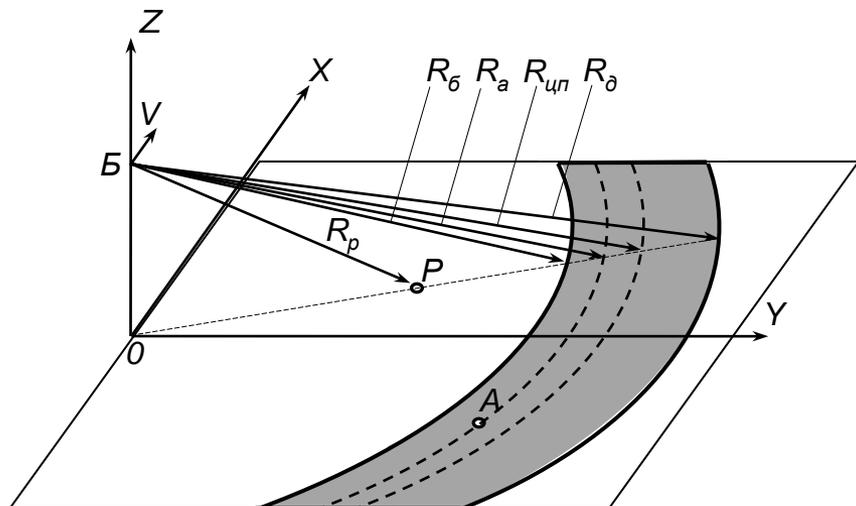
радиолокационное изображение
без помех



радиолокационное изображение
под воздействием ретрансляционных помех
(шумовая полоса скрывает часть отметок наземных объектов)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПОСТАНОВЩИКОВ РЕТРАНСЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ СПОСОБ МАСКИРОВАНИЯ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВОЗДУШНОЙ РАЗВЕДКИ

5



Создание некогерентной
ответной помехи
с фиксированной временной
задержкой и изменяющимся
по заданному закону частотным
сдвигом



$$\Delta R = R_{\delta} - R_{\delta}; \quad R_{\delta} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\pi f_{\max}}{b} c \right) + R_p \right]; \quad R_{\delta} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\pi f_{\min}}{b} c \right) + R_p \right],$$

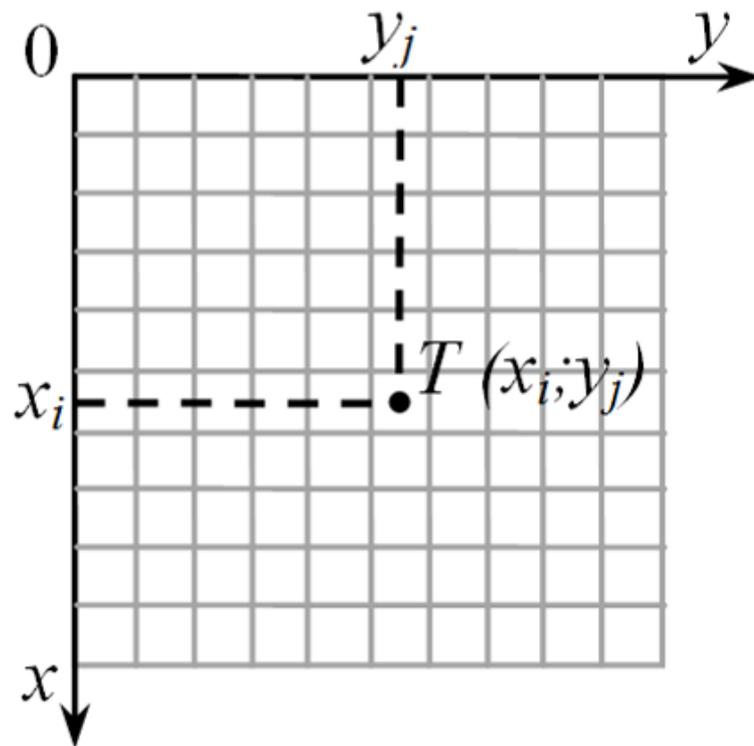
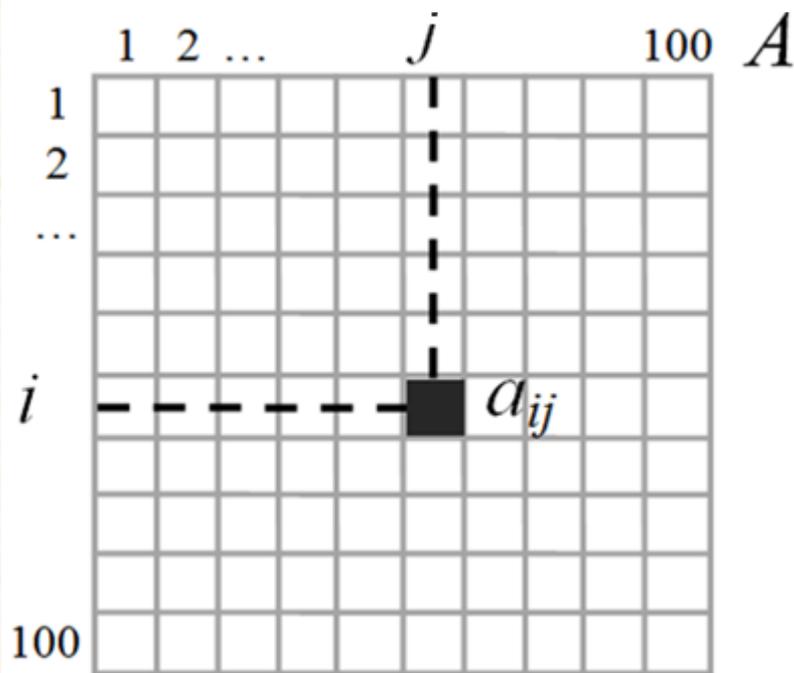
где dR – ширина шумовой полосы;

f_{\min}, f_{\max} – минимальное и максимальное значения частотного сдвига сигнала для формирования шумовой полосы с ближней R_{δ} и дальней R_{δ} границами;

R_p – наклонная дальность до ретранслятора;

$R_{\text{цп}}$ – наклонная дальность до центра шумовой полосы.

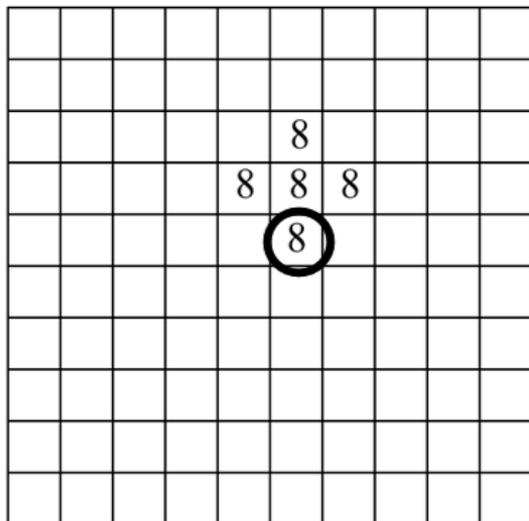
**ВЗАИМОСВЯЗЬ МАТРИЦЫ-АНАЛОГА РАДИОЛОКАЦИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПРЯМОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ**



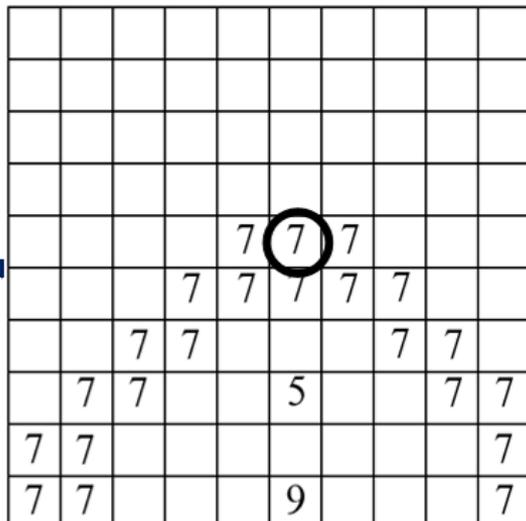
**матрица-аналог
радиолокационного
изображения**

**прямоугольная система
координат**

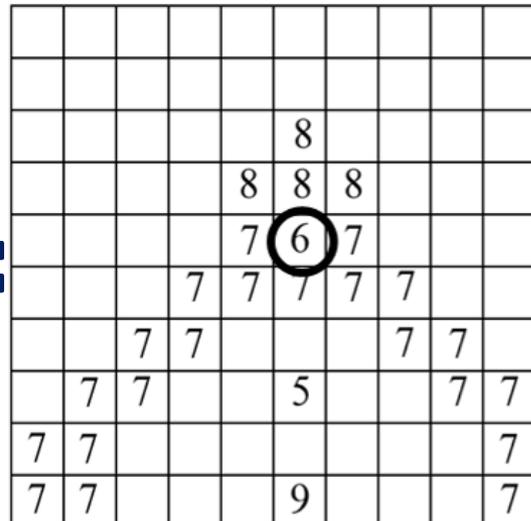
**ПРИМЕР ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТА НАЛОЖЕНИЯ ШУМОВОЙ ПОЛОСЫ И
ОБЪЕКТА ПРИКРЫТИЯ**



+



=

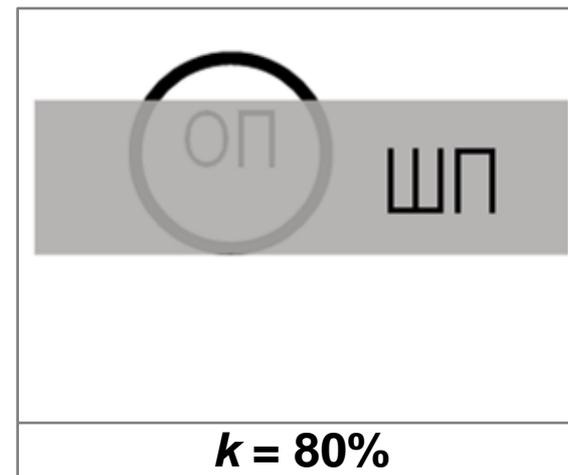
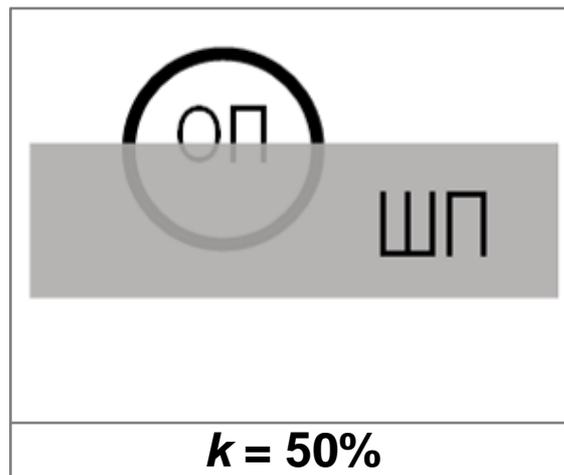
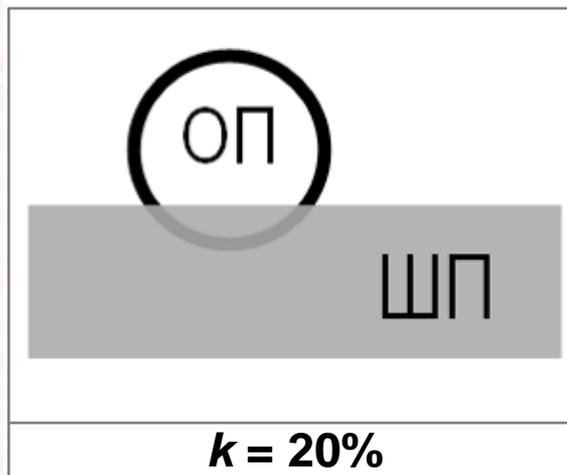


**положение объекта
прикрытия (8)**

**положение
ретранслятора (5),
шумовой полосы (7),
и носителя РСА (9)**

**отображение элемента
наложения шумовой
полосы и объекта
прикрытия (6)**

КАЧЕСТВО СКРЫТИЯ ОБЪЕКТА ПРИКРЫТИЯ ШУМОВОЙ ПОЛОСОЙ



Примечание:

ОП – объект прикрытия;

ШП – шумовая полоса;

k – качество скрывтия объекта прикрытия

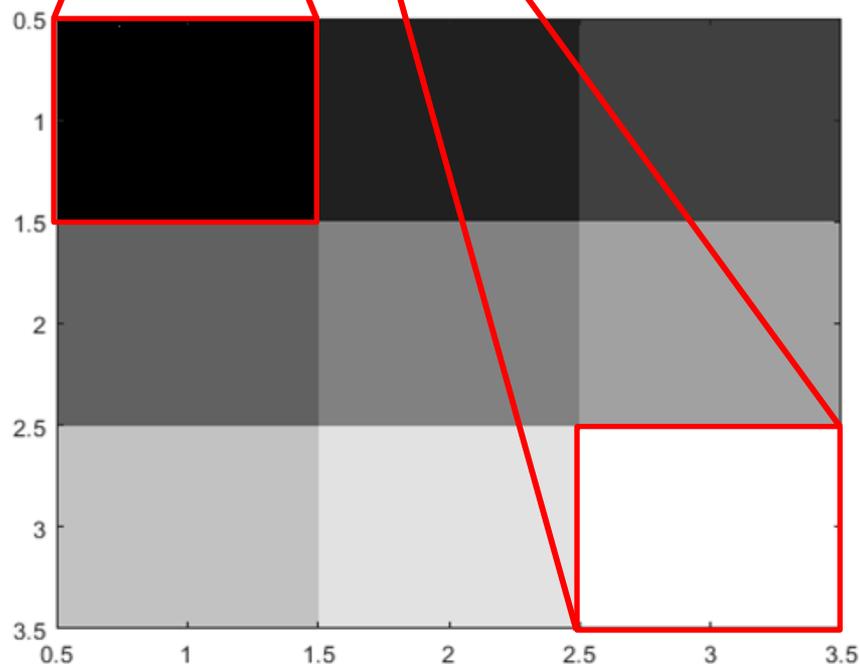
ДЕМОНСТРАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУНКЦИИ *IMAGESC*

```
C = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
```

```
C = 3x3
```

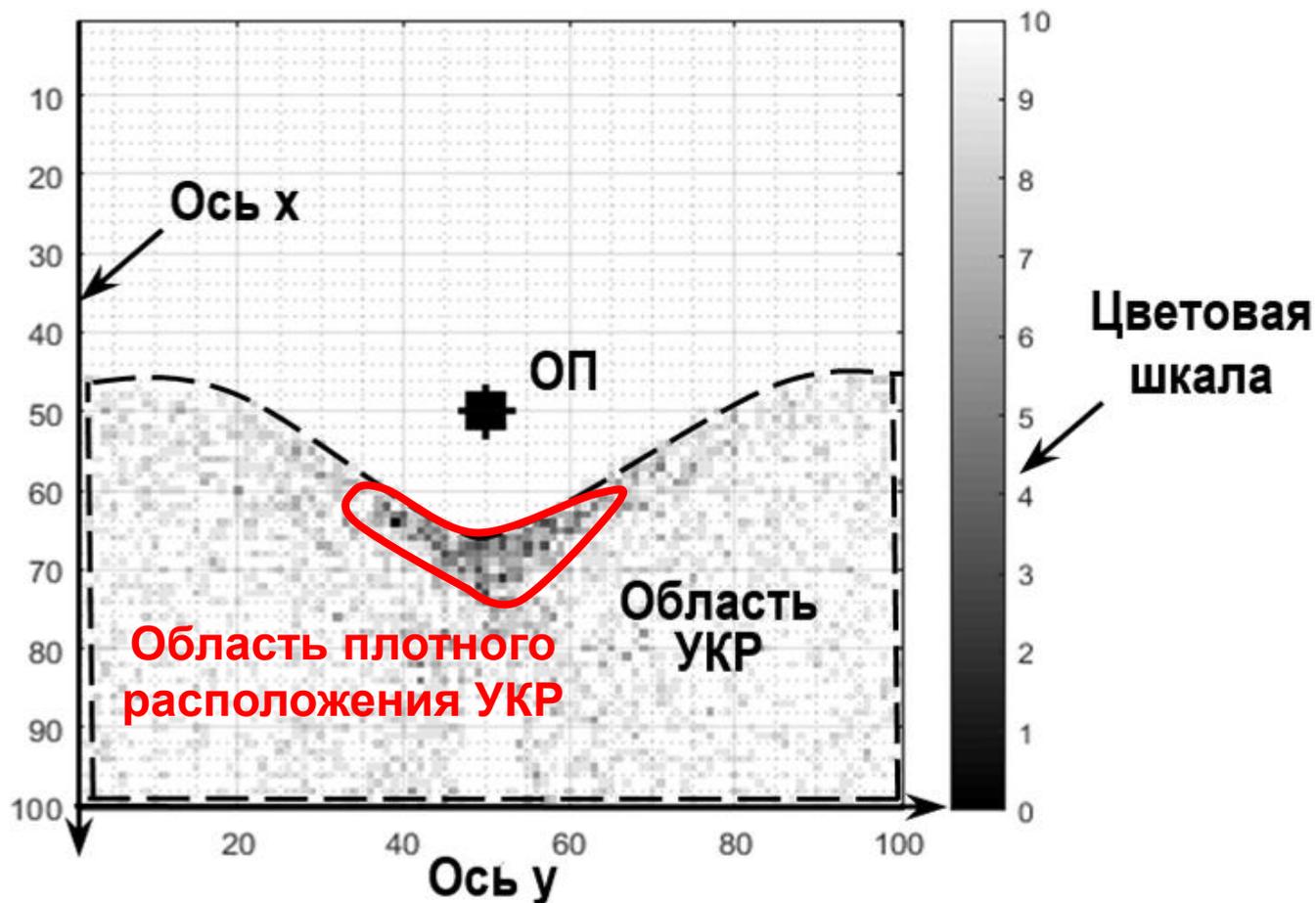
```
1 2 3  
4 5 6  
7 8 9
```

```
im = imagesc(C); colormap(gray);
```



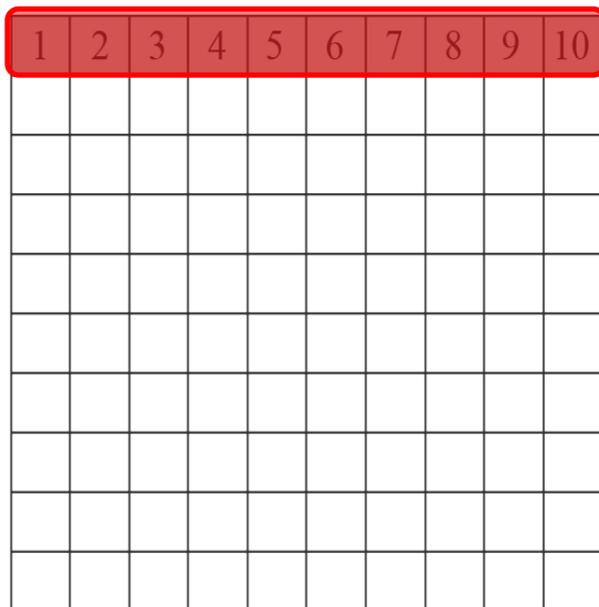
С **УВЕЛИЧЕНИЕМ** числового значения элемента матрицы **СВЕТЛЕЕТ** оттенок окрашивания соответствующего пикселя изображения.

ПРИМЕР ИЗОБРАЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ФУНКЦИИ *IMAGESC*

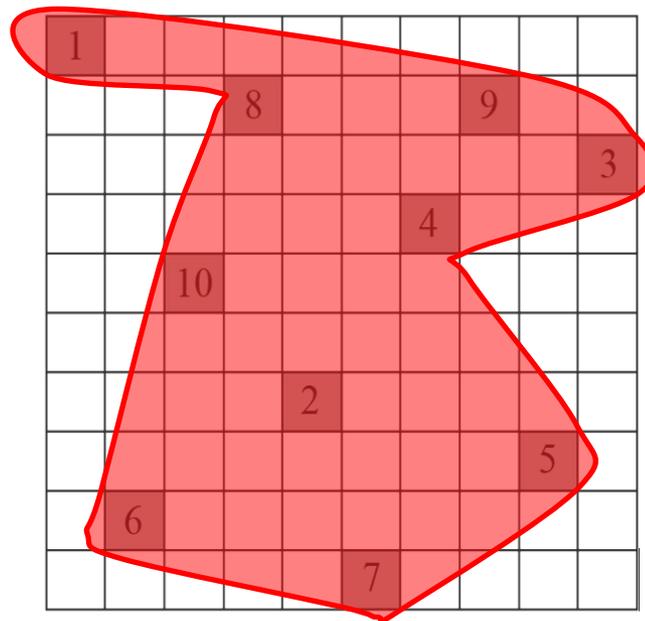


Чем **ТЕМНЕЕ** оттенок пикселя, тем **ЧАЩЕ** в соответствующем элементе матрицы располагались УКР.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ
ПОСТАНОВЩИКОВ РЕТРАНСЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ
СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
«УСПЕШНЫХ КООРДИНАТ РЕТРАНСЛЯТОРОВ»



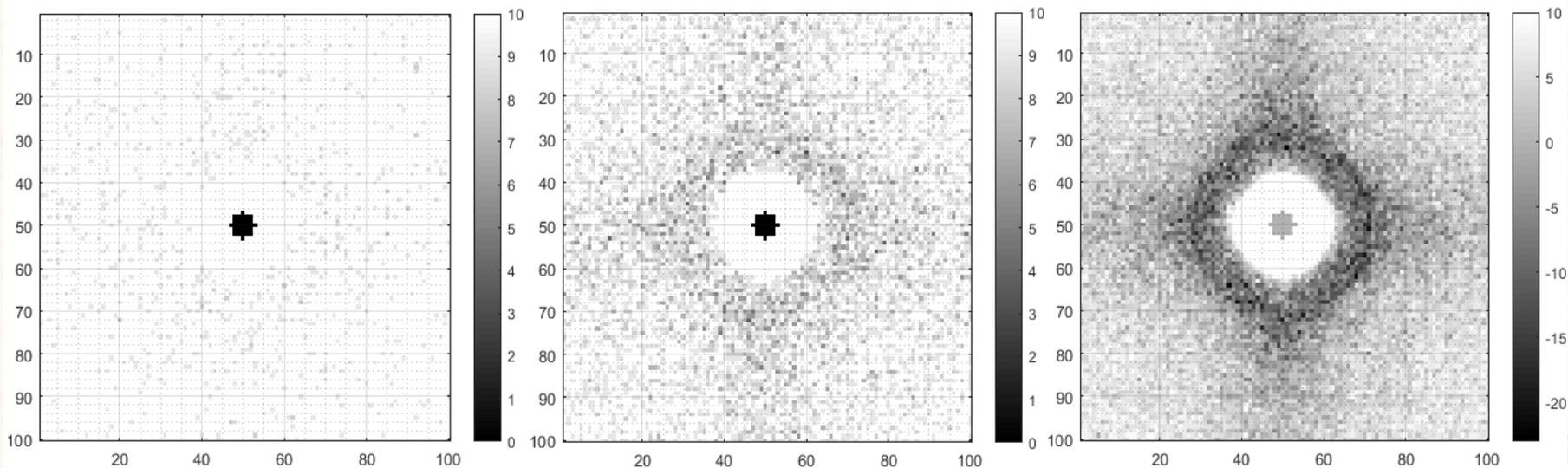
алгоритм с полным
перебором элементов
матрицы



алгоритм с перебором
случайных элементов
матрицы

При **РАВНОМ** количестве итераций расположение обрабатываемых элементов матрицы **РАЗЛИЧНОЕ**.

ЗАВИСИМОСТЬ ВИДА ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ КОЛИЧЕСТВА ИТЕРАЦИЙ



$s = 10^4$
($t = 5$ сек.)

$s = 10^5$
($t = 1$ мин. 41 сек.)

$s = 10^6$
($t = 1$ ч. 46 мин.)

С УВЕЛИЧЕНИЕМ количества итераций **УВЕЛИЧИВАЕТСЯ** информативность изображения и время вычислений.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПОСТАНОВЩИКОВ РЕТРАНСЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО КОДА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ РЕТРАНСЛЯТОРОВ НА МЕСТНОСТИ

15

1) ввод исходных данных

2) формирование «нулевой» матрицы

3) цикл №1

3.1) итерация №1

3.1.1) внесение в матрицу координат ОП

3.1.2) внесение в матрицу случайных координат Р и носителя РСА

3.1.3) расчет наклонных дальностей между Р и носителем РСА

3.1.4) расчет положения формируемой шумовой полосы

3.1.5) подсчет повторяющихся элементов УКР

3.1.6) расчет качества скрытия ОП k

3.1.7) запись координаты Р (x, y) и значения k в массив данных М

3.1.8) «очистка» матрицы

• • •

3.s) итерация №s

4) внесение в матрицу координат ОП

5) цикл №2

5.1) итерация №1

5.1.1) внесение в матрицу координат Р из массива данных М

• • •

5.s) итерация №s

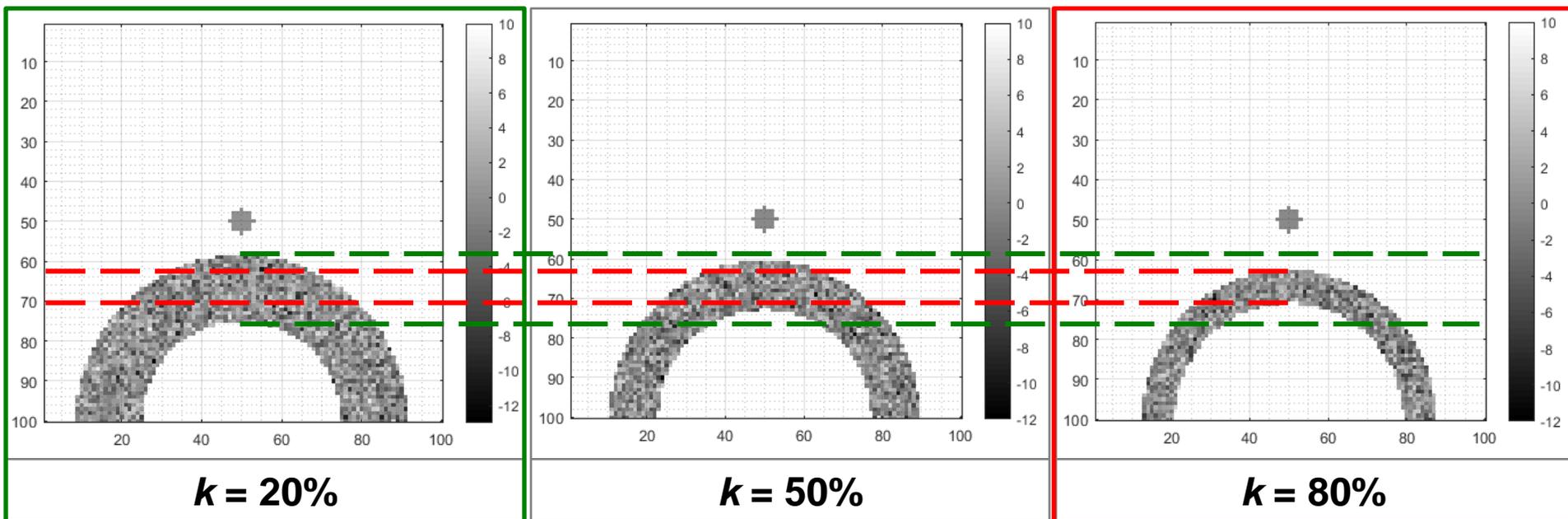
6) формирование изображения

*определение положения шумовой
полосы относительно объекта
прикрытия для случайных
координат носителя РСА
и ретранслятора*

*формирование матрицы,
отражающей закономерность
распределения «успешных
координат ретрансляторов»*

**ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УКР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ
НОСИТЕЛЯ РСА И КАЧЕСТВЕ СКРЫТИЯ ОБЪЕКТА ПРИКРЫТИЯ**

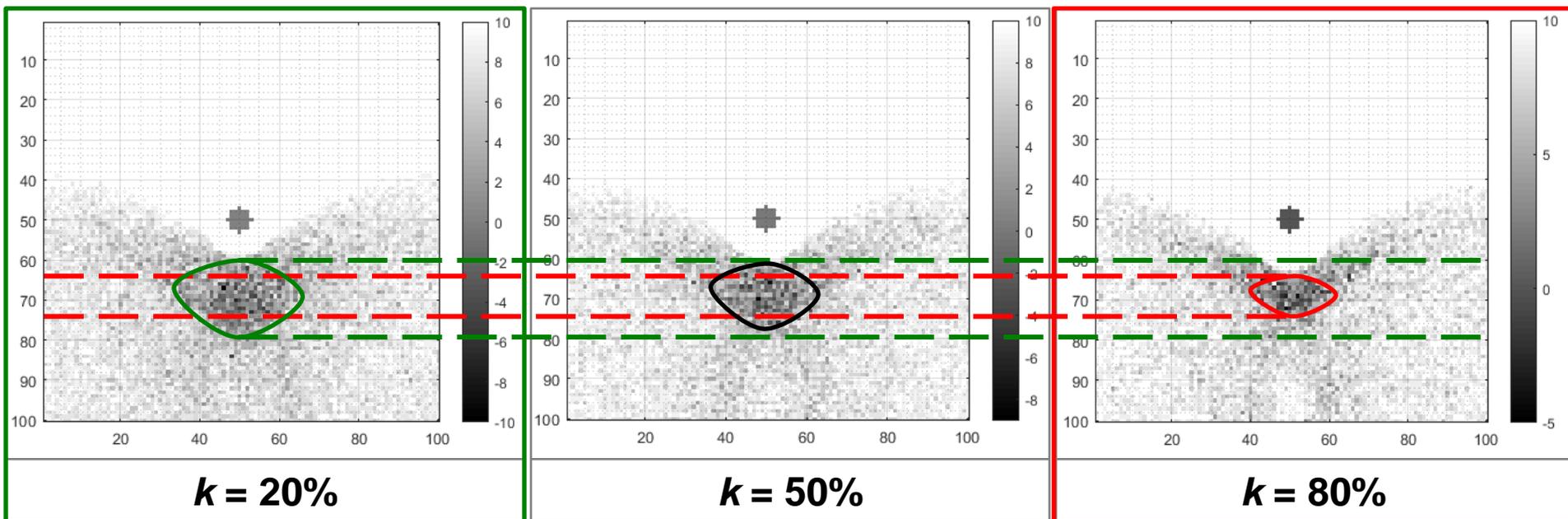
при расположении носителя РСА неподвижно



С **УВЕЛИЧЕНИЕМ** требований к качеству скрытия объекта прикрытия **УМЕНЬШАЕТСЯ** размер области плотного расположения УКР.

**ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УКР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ
НОСИТЕЛЯ РСА И КАЧЕСТВЕ СКРЫТИЯ ОБЪЕКТА ПРИКРЫТИЯ**

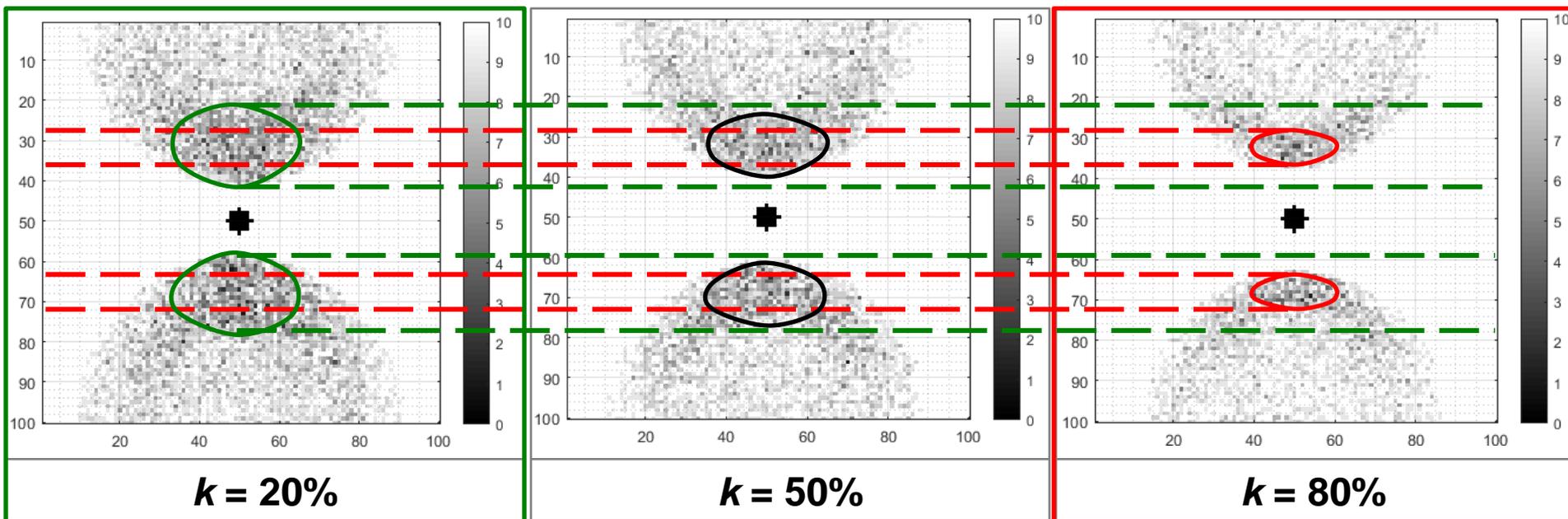
*при расположении носителя РСА случайно
на нижней строке матрицы*



С **УВЕЛИЧЕНИЕМ** требований к качеству скрытия объекта прикрытия **УМЕНЬШАЕТСЯ** размер области плотного расположения УКР.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ
ПОСТАНОВЩИКОВ РЕТРАНСЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ
ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УКР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ
НОСИТЕЛЯ РСА И КАЧЕСТВЕ СКРЫТИЯ ОБЪЕКТА ПРИКРЫТИЯ

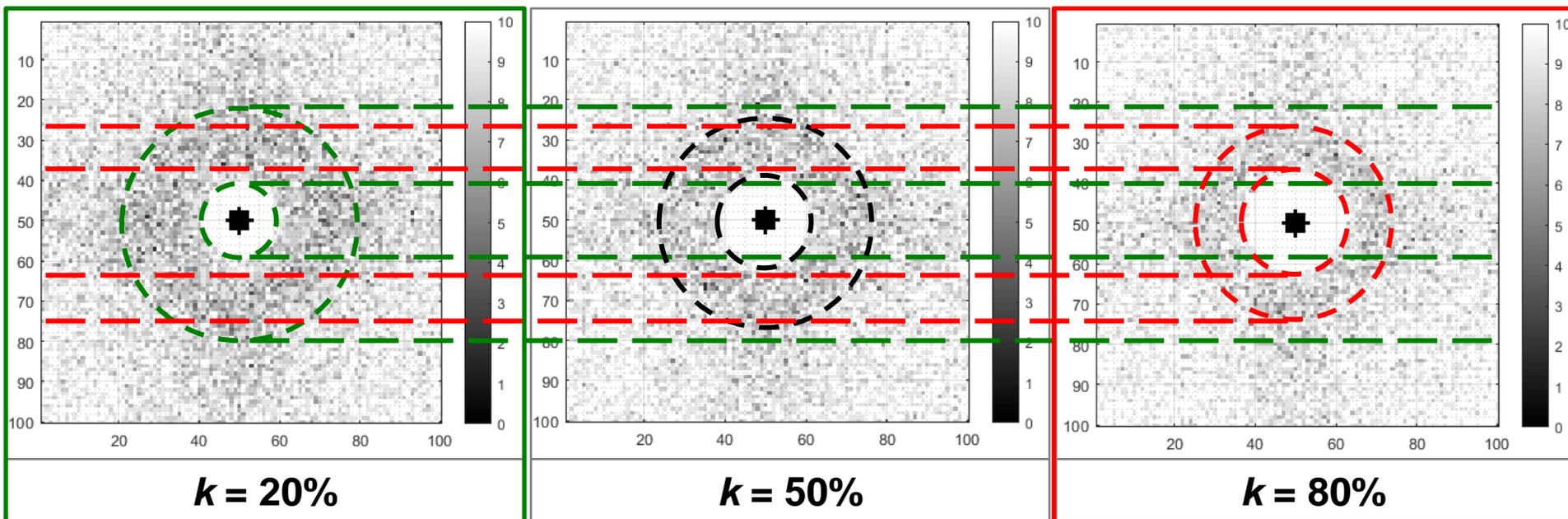
*при расположении носителя РСА случайно
на вертикальной оси, проходящей через ОП*



С **УВЕЛИЧЕНИЕМ** требований к качеству скрывания
объекта прикрытия **УМЕНЬШАЕТСЯ** размер области
плотного расположения УКР.

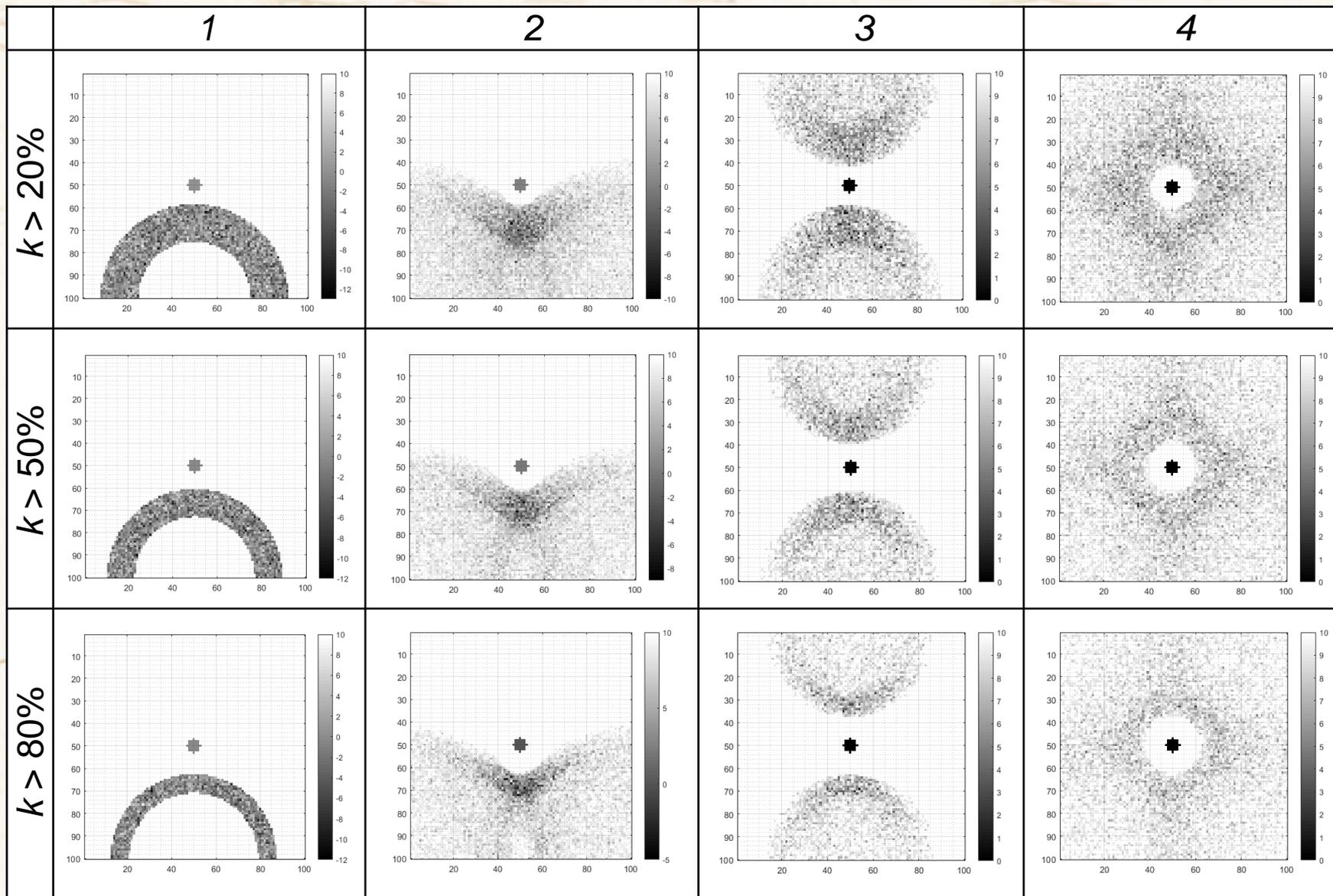
**ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УКР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ
НОСИТЕЛЯ РСА И КАЧЕСТВЕ СКРЫТИЯ ОБЪЕКТА ПРИКРЫТИЯ**

*при расположении носителя РСА случайно
во всей области*

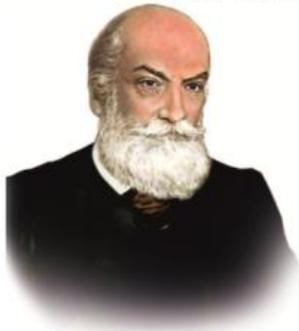


С **УВЕЛИЧЕНИЕМ** требований к качеству скрытия
объекта прикрытия **УМЕНЬШАЕТСЯ** размер области
плотного расположения УКР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ



**ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ
ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Н.Е. ЖУКОВСКОГО И Ю.А. ГАГАРИНА**



**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПОСТАНОВЩИКОВ
РЕТРАНСЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ**

**Адъюнкт 53 кафедры
Мазин Антон Сергеевич**

**г. Воронеж
2021 г.**