

УДК 004.056

## ЗАДАЧА ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАЧАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОДНОГО ИЗ ОХРАННИКОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТА

**Ворожейкин Владимир Николаевич,**

Доцент кафедры “Электронные системы и информационная безопасность”, к.т.н.  
Самарский государственный технический университет

**Галныкин Егор Сергеевич,**

студент,  
Самарский государственный технический университет

**Лурсманашвили Амиран Георгиевич,**

студент,  
Самарский государственный технический университет

### Аннотация

Настоящая работа посвящена вопросам безопасности объектов, расположенных на охраняемой большой территории. В основу исследования положена схема охраны, включающая: технические системы охранной сигнализации, расположенной по периметру территории; силы физической охраны – охранники перемещающиеся вдоль периметра; дежурного охранника находящегося в пункте охраны.

В работе решается задача оптимального восстановления начальной схемы охраны территории, используя дежурного охранника, для случая перехвата злоумышленника на защищаемом объекте одним из штатных охранников.

Критерий: минимальное время восстановления начальной схемы охраны периметра территории, после выбывания одного из охранников из системы.

**Ключевые слова:** система охраны, минимизация времени, алгоритм, безопасность.

## THE TASK OF RESTORING THE INITIAL SCHEME OF TERRITORY PROTECTION WHEN ONE OF THE GUARDS IS USED TO PROTECT THE OBJECT

**Vladimir N. Vorozheikin,**

Associate Professor of the Department "Electronic Systems and Information Security", Ph.  
Samara State Technical University

**Egor S. Galnykin,**

student,

Samara State Technical University

**Amiran L. Georgievich,**

student,

Samara State Technical University

---

## ABSTRACT

---

This paper is devoted to the security of facilities located in a large protected area. The study is based on a security scheme that includes: technical alarm systems located along the perimeter of the territory; physical security forces - guards moving along the perimeter; and a guard on duty at the guard station.

The paper solves the problem of optimal restoration of the initial scheme of territory protection, using the guard on duty, in the case of interception of an intruder at the protected object by one of the regular guards.

Criterion: minimum time to restore the initial perimeter security scheme after one of the guards leaves the system.

---

**Keywords:** guarding system, time minimisation, algorithm, security.

---

Задача обеспечения безопасности объектов – это требования сегодняшнего дня, связанное с наличием различных угроз, в том числе с террористической опасностью.

Особый интерес представляет задачи охраны больших территорий и расположенных на них объектов.

Среди известных автором работ, данного направления исследования следует выделить [1,2,3,4,5]. В данных работах в основном проводится исследования вопросов:

- моделирование процесса оценки эффективности комплексных систем защиты информации промышленных предприятий при одновременной реализации угроз;
- разработка итерационного алгоритма расстановки технических средств безопасности на примере обеспечения охраны объекта торговли;
- разработка алгоритма обработки тревожных извещений объектовых средств охранной сигнализации для снижения уровня ложных срабатываний.

В предлагаемой работе решается задача восстановления начальной схемы охраны территории при обеспечении безопасности объекта, расположенного на этой территории.

Постановка задачи:

Дан защищаемый объект, расположенный на территории, внешний периметр которого представляет собой окружность с радиусом  $R_1$  (Рис.1).

Положение объекта характеризуется расстоянием от центра, радиусом  $R_2$  и углом  $\varphi_2$ .

Защита объекта осуществляется охраной внешнего периметра территории, а также самого объекта.

Охрана внешнего периметра производится с использованием системы охранной сигнализации; сил физической охраны, охранники которой осуществляют перемещение вдоль всего внешнего периметра и в случае проникновения злоумышленника его задержание. Охрана самого объекта производится с использованием охранной сигнализации.

Рассматривается задача поиска злоумышленника на заданной территории, целью которого является защищаемый объект

При движении к цели, злоумышленник преодолевает защиту внешнего периметра территории и направляется на объект защиты. Поиск осуществляется одним из охранников внешнего периметра. Учитывая невозможность охранников перехватить злоумышленника во время его движения, за точку перехвата принимается объект. Охранник в процессе перехвата злоумышленника получает информацию по радиоканалу охранной сигнализации. Информация представляет собой время и место преодоления злоумышленником внешнего периметра.

Допущения:

Сотрудники охраны и злоумышленник двигаются с одной скоростью.

Сотрудник охраны при защите внешнего периметра движется в одном направлении (по часовой стрелке) сохраняя временной интервал между ними.

Стратегия движения злоумышленника и охранника от внешнего периметра до объекта состоит из отрезков прямых линий.

Получение информации сотрудниками от системы сигнализации осуществляется мгновенно.

Сотрудники охраны и злоумышленник знают своё положение и положение объекта при перемещении в пределах периметра.

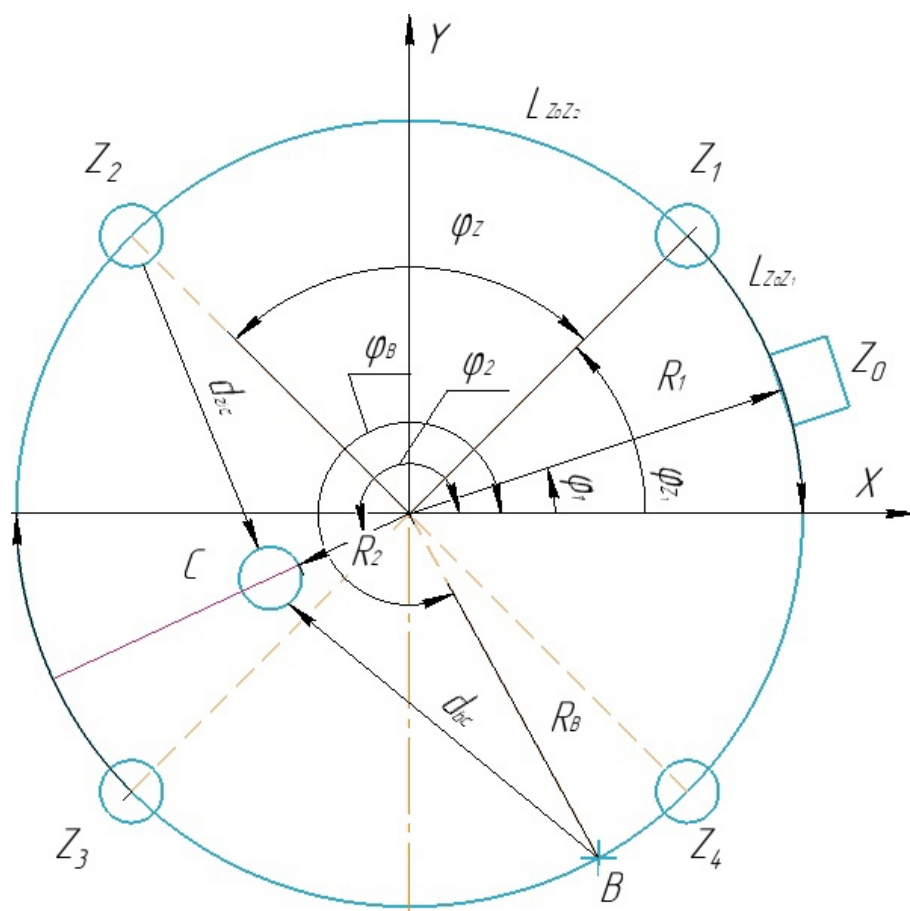


Рис. 1 - Схема взаимного расположения на фиксируемый момент времени охранников периметра территории, защищаемого объекта, пункта охраны с дежурным охранником, положение злоумышленника на периметре территории.

Обозначения:

$B$  – злоумышленник

$Z1 - Z4$  - охранники

$Z0$  - дежурный охранник

$C$  – защищаемый объект

$R1$  - расстояние от центра окружности до дежурного охранника.

$R2$  – расстояние от центра окружности до защищаемого объекта.

$RB$  – расстояние от центра окружности до злоумышленника.

$d_{zic}$  – расстояние от выбранного охранника до объекта.

$d_{BC}$  – расстояние от злоумышленника до объекта.

$\varphi_z$  – угол между охранниками.

$\varphi_1$  – угол от оси  $X$  до дежурного охранника.

$\varphi_2$  – угол от оси  $X$  до защищаемого объекта.

$\varphi_{z1}$  – угол от оси  $X$  до охранника.

$\varphi_B$  – угол от оси  $X$  до злоумышленника.

$L_{z_2z_0}$  – расстояние от охранника  $Z2$  до  $Z0$  по дуге.

$L_{z_1z_0}$  – расстояние от охранника  $Z1$  до  $Z0$  по дуге.

Необходимо:

Разработать и обосновать схему восстановления начальной схемы охраны территории, используя дежурного охранника в пункте охраны, для случая перехвата злоумышленника на защищаемом объекте одним из штатных охранников. Критерием предлагаемого выбора схемы является минимальное время восстановления штатной схемы охраны.

Математическая модель задачи

Учитывая наличие вышеприведённых допущений – сотрудники охраны и злоумышленник движутся с одинаковой скоростью, критерии задачи можно записать в виде:

$$F = \min_{i \in A} L_i$$

При ограничении: время движения охранника до защищаемого объекта должно быть более или равно времени движения злоумышленника от периметра до защищаемого объекта.

$t_{zic} \geq t_{BC}$  учитывая, что скорость движения злоумышленника и охранника равны  $V1 = V2$  можно записать:

$$d_{zic} \geq d_{BC}$$

$$A(L_1, L_2, L_3, L_4, \dots, L_i) = L_{z_0z_i}; L_1, L_2, L_3, L_i \dots L_n$$

$$L_i = \frac{2\pi R_1}{360} (\varphi_{zi} - \varphi_1)$$

$$\varphi_{zi} = \frac{360}{n} i$$

$R_1, \varphi_1, \varphi_{z1}$  – исходные данные

$L_i$  – расстояние от каждого из охранников до дежурного охранника

$\varphi_{zi}$  – угол от оси X до расположения каждого охранника на периметре ( $1 \leq i \leq 4$ )

$R_1$  – радиус окружности

$\varphi_1$  – угол от оси X до дежурного охранника

$$d_{zic} = \sqrt{(x_{zi} - x_c)^2 + (y_{zi} - y_c)^2}$$

Перевод полярных координат охранников в декартовы.

$$x_{zi} = R_1 \cos \varphi_{zi}; y_{zi} = R_1 \sin \varphi_{zi}$$

$$x_c = R_2 \cos \varphi_2; y_c = R_2 \sin \varphi_2$$

$R_1, R_2, \varphi_2$  – исходные данные

$d_{zic}$  – расстояние от каждого охранника до объекта (I – номер охранника)

$x_{zi}$  и  $y_{zi}$  – декартовы координаты каждого из охранников по осям X и Y соответственно

$R_2$  – расстояние от центра окружности до защищаемого объекта

$\varphi_2$  – угол от оси X до объекта защиты

$$d_{BC} = \sqrt{(x_B - x_C)^2 + (y_B - y_C)^2}$$

$$x_B = R_1 \cos \varphi_B; y_B = R_1 \sin \varphi_B$$

$R_1, \varphi_B$  – исходные данные

$d_{BC}$  – расстояние от злоумышленника до объекта

$x_B$  и  $y_B$  – декартовы координаты злоумышленника по осям X и Y

$\varphi_B$  – угол от оси X до злоумышленника

В работе на основе математической модели разработан алгоритм решения поставленной задачи и проведено моделирование по обоснованию оптимальной схемы охраны территории и использования дежурного охранника для перехвата злоумышленника на заданном объекте одним из штатных охранников. Критерием выбора схемы является минимальное время восстановления штатной схемы охраны.

На рисунке 2 приведена блок схема решения задачи.

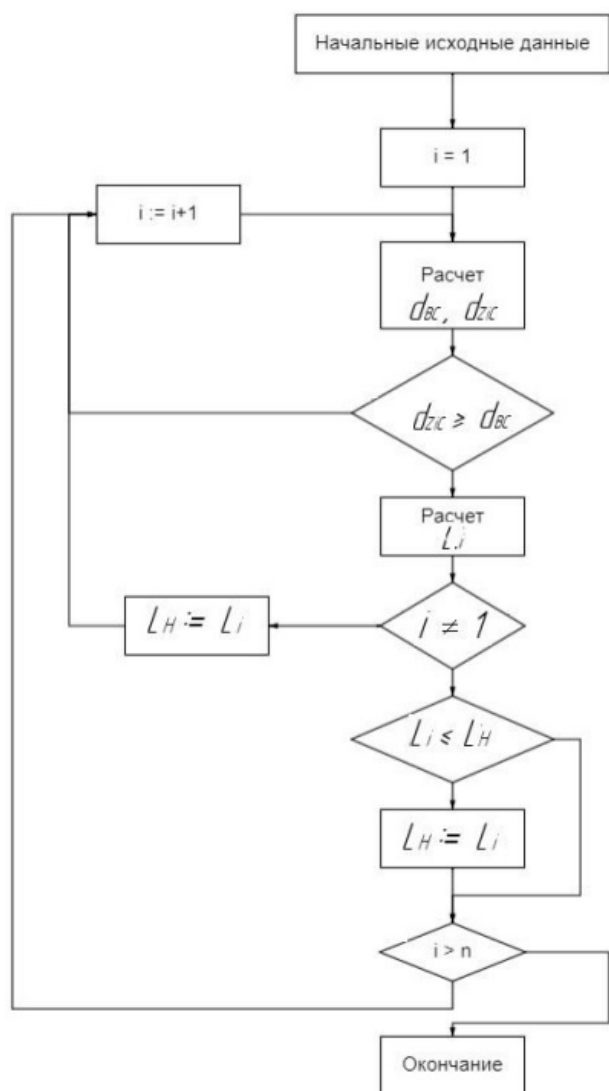


Рис 2. Блок-схема решения задачи

Пример использования алгоритма с набором исходных данных

В таблице 1 приведён перечень исходных данных для моделирования математической модели задачи.

В таблицах 2,3,4,5,6 отображены результаты расчётов параметров положение охранников и злоумышленника на фиксируемый момент времени.

Таблица 1.

Исходные данные							
	V, м/с	$\varphi_{z_i}$ , градусы	R1, м	R2, м	$\varphi_1$ , градусы	$\varphi_2$ , градусы	$\varphi_B$ , градусы
1	0,5	60,00	600,00	350,00	30,00	200,00	300,00
2	0,5	150,00	600,00	350,00	30,00	200,00	300,00
3	0,5	240,00	600,00	350,00	30,00	200,00	300,00
4	0,5	330,00	600,00	350,00	30,00	200,00	300,00

Таблица 2.

Координаты	Номер охранника			
	1	2	3	4
$x_{z_i}$	300,00	-519,62	-300,00	519,62
$y_{z_i}$	519,62	300,00	-519,62	-300,00

Таблица 3.

Расстояние от охранника до объекта, м	
$d_{z_1c}$	896,79
$d_{z_2c}$	461,01
$d_{z_3c}$	400,95
$d_{z_4c}$	867,45

Таблица 4.

Расстояние от злоумышленника до объекта, м		Координаты В	
$d_{BC}$	745,27	$y_B$	-519,62
		$x_B$	300,00

Таблица 5.

Расстояние от запасного охранника до каждого из охранников, м	
$L_1$	314
$L_2$	1256
$L_3$	2198
$L_4$	3140

Таблица 6.

Время достижения объекта каждым из участников, с	
$z_1$	1793,59
$z_2$	922,02
$z_3$	801,90
$z_4$	1734,90
злоумышленник	1490,55

На рисунке 3 приведена зависимость времени восстановления начальной схемы охраны (времени замены штатного охранника на дежурного при использовании первого для перехвата злоумышленника на объекте) от расстояния охранников относительно пункта охраны.

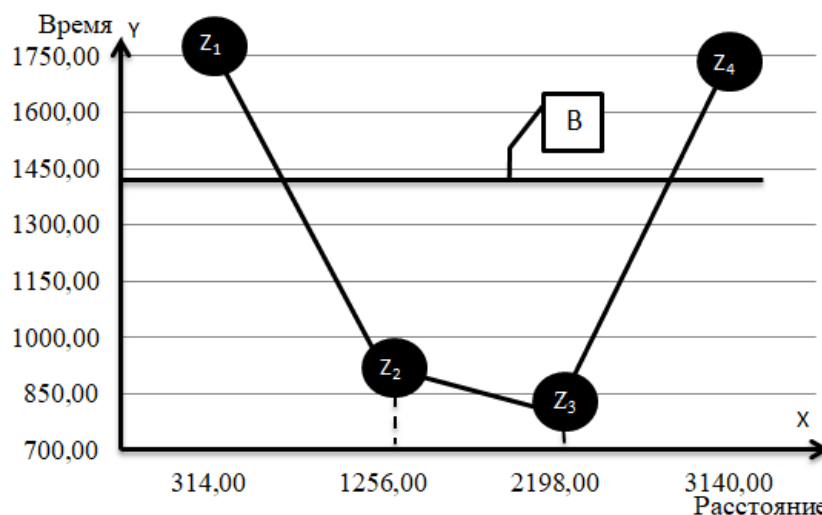


Рис. 3 – зависимость времени восстановления начальной схемы охраны (времени замены штатного охранника на дежурного при использовании первого для перехвата злоумышленника на объекте) от расстояния охранников относительно пункта охраны

Основываясь на данном графике, мы можем сделать вывод, что перехват злоумышленника могут выполнить два охранника: Z<sub>2</sub> и Z<sub>3</sub>, так как их время достижения объекта защиты меньше чем у злоумышленника. Из них двоих следует выбрать охранника Z<sub>2</sub>, так как он не только имеет время меньшее чем злоумышленник, но и имеет меньшее расстояние до центра охраны чем Z<sub>3</sub>.

#### Список литературы:

1. Еременко В.Т., Рытов М.Ю., Горлов А.П., Аверченков В.И., Фёдоров В.П. Моделирование процесса оценки эффективности комплексных систем защиты информации промышленных предприятий при одновременной реализации угроз // Вестник Брянского государственного технического университета – 2017 – №7(60). – С. 56–61.
2. Пакляченко М.Ю., Толстых А.А. Итерационный алгоритм расстановки технических средств безопасности на примере обеспечения охраны объекта торговли // Вестник Воронежского института МВД России – 2019 – №1. – С. 51-60.
3. Тельный А.В., Черников Р.С. Алгоритм обработки тревожных извещений объектовых средств охранной сигнализации для снижения уровня ложных срабатываний // Системы управления, связи и безопасности. – 2019. – №4. – С. 140-162
4. Магомедов Ш.Г. Математическое моделирование охранных действий на объекте защиты // Вестник астраханского государственного технического университета. Серия: управление, вычислительная техника и информатика – 2016 – №1 – С. 70-80.
5. Шрейдер М.Ю., Боровский А.С., Тарасов А.Д. Проектирование систем физической защиты с помощью генетического алгоритма // Интернет журнал «Науковедение». – 2017 – Том 9, №4. – С. 1-13.

#### References:

1. Eremenko V.T., Rytov M.Y., Gorlov A.P., Averchenkov V.I., Fedorov V.P. Modelling of process of an estimation of efficiency of complex systems of information protection of industrial enterprises at simultaneous realisation of threats // V.P. Fedorov. enterprises at

- simultaneous realisation of threats // Vestnik Bryansk State Technical University - 2017 - №7(60). - С. 56-61.
2. Paklyachenko M.Yu., Tolstykh A.A. Iteration algorithm arrangement of technical security means on the example of ensuring the protection of the object of trade // Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia - 2019 - No. 1. - С. 51-60.
  3. Telny, A.V.; Chernikov, R.S. Algorithm of the alarm processing of the object means of the security system (in Russian). notifications of the object means of the security alarm system for the reducing the level of false alarms // Control Systems, communication and security. - 2019. - №4. - С. 140-162
  4. Magomedov Sh.G. Mathematical modelling of security actions on the object of protection actions on the object of defence // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Astrakhan State Technical University. Series: management, Computer Science and Informatics - 2016 - No. 1 - P. 70-80.
  5. Shrader M.Yu., Borovskiy A.S., Tarasov A.D. Designing of physical protection systems with the help of genetic algorithm. physical protection systems with the help of genetic algorithm. Internet journal "Naukovedenie". - 2017 - Vol. 9, No. 4. - С. 1-13.