

Научная статья

УДК 004.421.2+519.6-37

<https://doi.org/10.35266/1999-7604-2026-2-9>



Распределение защитников по целям с использованием «жадного» алгоритма на основе модели сканирующей системы на плоскости

Александр Анатольевич Дубанов

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия

Аннотация. В статье рассматривается актуальная задача оперативного распределения ограниченного контингента защитников (мобильных агентов) между динамически изменяющимся множеством целей на плоскости. В условиях, когда количество объектов, требующих обслуживания или защиты, постоянно меняется (появляются новые или исчезают существующие цели), а ресурсы строго лимитированы, критически важным становится выбор оптимальной стратегии назначения. Для решения этой проблемы автором разработана имитационная модель сканирующей системы, которая осуществляет мониторинг пространственного положения целей в реальном времени.

Основой предложенного подхода является использование «жадного» алгоритма (greedy algorithm), который на каждом шаге моделирования принимает локально оптимальное решение о назначении защитника на наиболее приоритетную цель. Научная новизна работы заключается в органичной интеграции этого алгоритма с динамической матрицей стоимостей. Данная матрица не является статичной, а пересчитывается для каждой итерации с учетом текущих координат целей, их важности и доступности, что позволяет системе адаптироваться к изменениям обстановки. Существенным вкладом в развитие темы также является создание комплексной визуализационной системы. В отличие от существующих аналогов, она позволяет одновременно отображать не только пространственное распределение участников (защитников и целей), но и текущее состояние матрицы стоимостей, а также визуализировать логику принятия решений по назначению.

Практическая значимость проведенного исследования выходит далеко за рамки сугубо оборонительных задач. Разработанный вычислительный метод может быть эффективно применен в гражданских секторах, таких как логистика (для распределения ограниченного парка курьеров по поступающим заказам), управление группами мобильных роботов (организация патрулирования или взаимодействия), а также в системах мониторинга и оповещения, где необходимо оперативно реагировать на инциденты. Таким образом, работа представляет собой готовый прототип интеллектуальной системы поддержки принятия решений для широкого класса задач распределения ресурсов в нестационарной среде.

Ключевые слова: жадный алгоритм, распределение ресурсов, динамическая модель, матрица стоимостей, визуализация, сканирующая система, MATLAB

Для цитирования: Дубанов А. А. Распределение защитников по целям с использованием «жадного» алгоритма на основе модели сканирующей системы на плоскости // Вестник кибернетики. 2026. Т. 25, № 2. С. 82–91. <https://doi.org/10.35266/1999-7604-2026-2-9>.

Original article

Distribution of defenders among targets using greedy algorithm based on model of scanning system on plane

Alexander A. Dubanov

Buryat State University named after D. Banzarov, Ulan-Ude, Russia

Abstract. The article examines the pressing problem of rapidly distributing a limited contingent of defenders (mobile agents) among a dynamically changing set of targets on a plane. In conditions where the number of objects requiring maintenance or protection is constantly changing (new targets appear or existing ones disappear), and resources are strictly limited, choosing an optimal assignment strategy becomes critical. To address this problem, the author develops a simulation model of a scanning system that monitors the spatial position of targets in real time.

The proposed approach is based on the use of a greedy algorithm, which makes a locally optimal decision at each simulation step regarding the assignment of a defender to the highest-priority target. The scientific novelty of this work lies in the seamless integration of this algorithm with a dynamic cost matrix. This matrix is not static, but is recalculated for each iteration, taking into account the current coordinates of targets, their importance, and availability, allowing the system to adapt to changing circumstances. A significant contribution to the development of this topic is the creation of a comprehensive visualization system. Unlike existing analogs, it allows for the simultaneous display of not only the spatial distribution of participants (defenders and targets), but also the current state of the cost matrix, as well as visualization of the decision-making logic for assignment.

The practical significance of this research extends far beyond purely defensive tasks. The developed computational method can be effectively applied in civilian sectors, such as logistics (for distributing a limited number of couriers to incoming orders), managing groups of mobile robots (organizing patrols or interactions), and in monitoring and alerting systems where rapid response to incidents is required. Thus, the work represents a ready-made prototype of an intelligent decision support system for a wide range of resource allocation problems in a non-stationary environment.

Keywords: greedy algorithm, resource allocation, dynamic model, cost matrix, visualization, scanning system, MATLAB

For citation: Dubanov A. A. Distribution of defenders among targets using greedy algorithm based on model of scanning system on plane. *Proceedings in Cybernetics*. 2026;25(2):82–91. <https://doi.org/10.35266/1999-7604-2026-2-9>.

ВВЕДЕНИЕ

Распределение ограниченных ресурсов между множеством целей в динамически изменяющейся среде представляет собой актуальную задачу в различных прикладных областях, таких как логистика, управление транспортными потоками, распределение вычислительных ресурсов и координация групп роботов [1, 2]. Эффективное решение подобных задач требует не только точности назначения, но и высокой скорости принятия решений, а также наглядного представления процесса.

Одним из наиболее распространенных подходов к решению задач распределения является применение «жадных» алгоритмов, которые на каждом шаге выбирают локально оптимальное решение [3, 4]. Хотя такие алгоритмы не всегда гарантируют глобальный оптимум, они обладают низкой вычислительной

сложностью и простотой реализации, что делает их применимыми в системах реального времени [5].

В задачах динамического распределения ресурсов, где цели непрерывно перемещаются и изменяют свои параметры, важную роль играет возможность визуализации процесса в реальном времени [6]. Это позволяет не только контролировать корректность работы алгоритмов, но и анализировать их поведение в различных сценариях. Современные подходы к распределению ресурсов часто сочетают алгоритмические методы с интерактивными системами визуализации [7, 8].

Моделирование движения целей со случайными траекториями представляет отдельный интерес, так как позволяет исследовать устойчивость алгоритмов распределения к неопределенности [9]. В работах [10, 11]

рассматриваются различные подходы к моделированию случайных траекторий в задачах мониторинга и сопровождения.

Для задач распределения с ограничениями по расстоянию (когда защитники могут взаимодействовать только с целями в определенном радиусе) эффективным подходом является использование матриц стоимостей с бесконечными значениями для недостижимых пар [12]. Это позволяет формализовать ограничения и интегрировать их в алгоритмы оптимизации.

В данной работе представлена модель сканирующей системы на плоскости, которая отслеживает перемещение целей, вычисляет динамическую матрицу стоимостей и распределяет защитников по целям с использованием жадного алгоритма. Разработанная система включает комплексную визуализацию процесса и позволяет исследовать влияние различных параметров на эффективность распределения. Особенностью предлагаемого подхода является интеграция алгоритма распределения с полномасштабной системой моделирования и визуализации, что представляет интерес как с теоретической, так и с практической точек зрения [13–15].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1. Постановка задачи

Пусть в двумерной области размером 200×200 единиц расположена сканирующая система (радар) с радиусом действия 100 единиц. В области появляются и движутся цели (цели) различных классов: дроны, самолеты, ракеты. Каждый класс характеризуется скоростью движения, приоритетом и вероятностью появления. Также в области размещены защитники в количестве 10 единиц, расположенные в круге радиусом 75 единиц с центром в позиции сканирующей системы. Каждый защитник имеет ограниченный радиус действия (80 единиц).

Необходимо в реальном времени распределить защитников по видимым целям таким

образом, чтобы минимизировать суммарное расстояние между назначенными парами «защитник – цель», при этом каждый защитник может быть назначен не более чем на одну цель, а каждая цель – не более чем на одного защитника. Цель считается видимой, если она находится в радиусе действия сканирующей системы.

Пусть нам известно:

- позиции защитников: $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$, $p_i \in \mathbb{R}^2$;
- позиции целей: $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$, $t_j \in \mathbb{R}^2$;
- радиус действия защитников: R_d ;
- матрица стоимостей: $C \in \mathbb{R}^{N \times M}$, где
$$c_{ij} = \begin{cases} \|p_i - t_j\|, & \text{если } \|p_i - t_j\| \leq R_d \\ \infty, & \text{иначе} \end{cases}$$

Найти биективное соответствие $A : P \rightarrow T \cup \{0\}$, максимизирующее количество назначений и минимизирующее суммарную стоимость выбранных пар, где $A(i) = j$ означает назначение i -го защитника на j -й цель, а $A(i) = 0$ – отсутствие назначения.

2. Методика решения

Общая архитектура системы состоит из двух основных компонентов:

- Основная программа моделирования (*Radar_with_Defenders_Greedy.m*) [16] – реализует динамическую модель среды, управление целями, вычисление матриц стоимостей, визуализацию и вызов алгоритма распределения.

- Функция «жадного» распределения (*Greedy_Pursuit.m*) [17] – реализует собственный алгоритм назначения защитников на цели на основе матрицы стоимостей.

Функция *Greedy_Pursuit.m* реализует классический «жадный» алгоритм для задачи назначения. Алгоритм работает следующим образом:

- создается список всех возможных пар «защитник – цель» с указанием стоимости;
- сортируются по возрастанию стоимости;
- последовательно просматриваются отсортированные пары; если защитник и цель в паре еще не заняты, они связываются;

– алгоритм завершается, когда все защитники или все цели назначены.

Блок-схема «жадного» алгоритма, реализованного в функции *Greedy_Pursuit.m* (рис. 1) (отметим, что при вызове функции *Greedy_Pursuit.m* из основной программы роли «преследователей» заменяются ролями «защитников»):

Основная программа реализует пошаговую симуляцию на 100 шагов. На каждом шаге выполняются следующие действия:

– каждая цель перемещается согласно текущему вектору скорости; с заданной вероятностью (0,3) направление и скорость случайно изменяются;

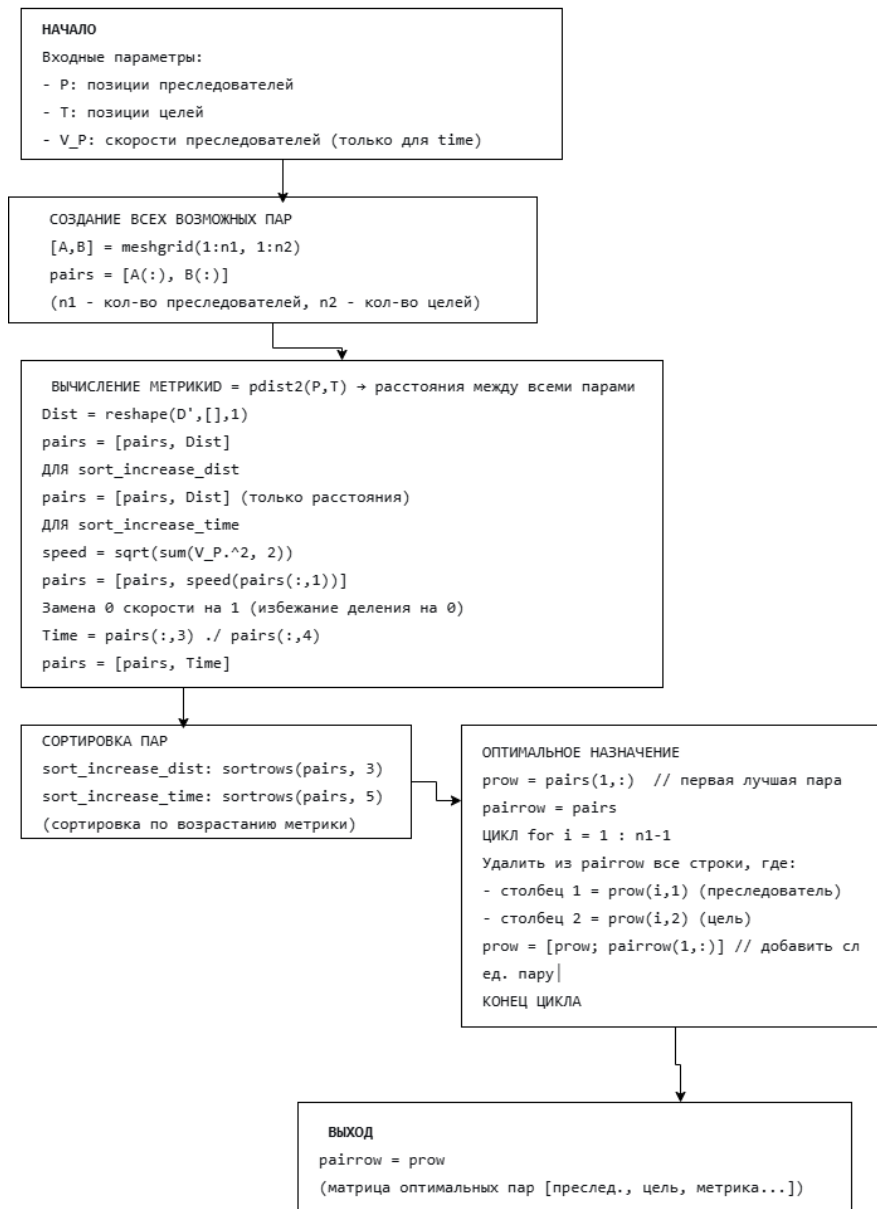


Рис. 1. Блок-схема алгоритма *Greedy_Pursuit.m*

Примечание: составлено автором.

– с вероятностью 0,1 появляется новый цель на границе области; класс цели выбирается случайно с учетом заданных вероятностей;

– для каждой цели вычисляется расстояние до сканирующей системы и стоимость,

зависящая от расстояния и приоритета класса;

– цели, находящиеся вне радиуса действия сканирующей системы, исключаются из рассмотрения;

– строится матрица $N \times M$, где элемент (i, j) равен расстоянию между i -м защитником и j -й целью, если цель находится в радиусе действия защитника, и ∞ в противном случае;

– функция ***Greedy_Pursuit.m*** вызывается с полученной матрицей стоимостей.

Обновляются четыре окна отображения:

– основное окно: показывает позиции сканирующей системы, защитников, целей, траектории движения и линии назначений;

– окно матрицы стоимостей сканирующей системы: табличное представление данных;

– окно матрицы расстояний «защитник – цель»: таблица с расстояниями и выделенными назначениями;

– окно назначения защитников на соответственные цели.

На каждом шаге сохраняются матрицы стоимостей, результаты обнаружения и назначений.

На рис. 2 представлена блок-схема основной программы распределения защитников по целям:

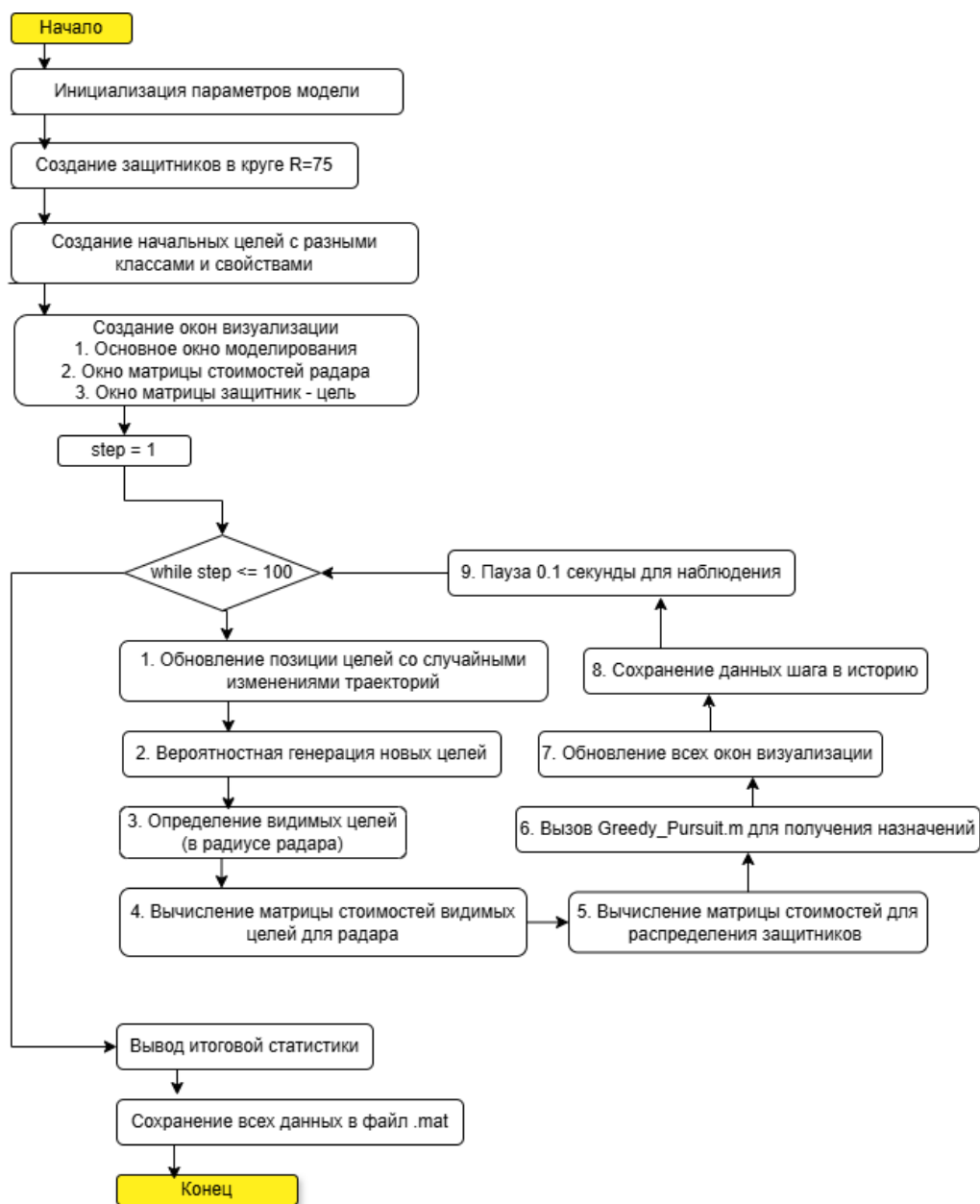


Рис. 2. Основная программа распределения защитников по целям

Примечание: составлено автором.

Система включает четыре независимых окна визуализации. Основное окно моделирования отображает пространственное расположение

всех целей, траектории движения, зоны действия сканирующей системы и защитников, а также линии назначений (рис. 3).

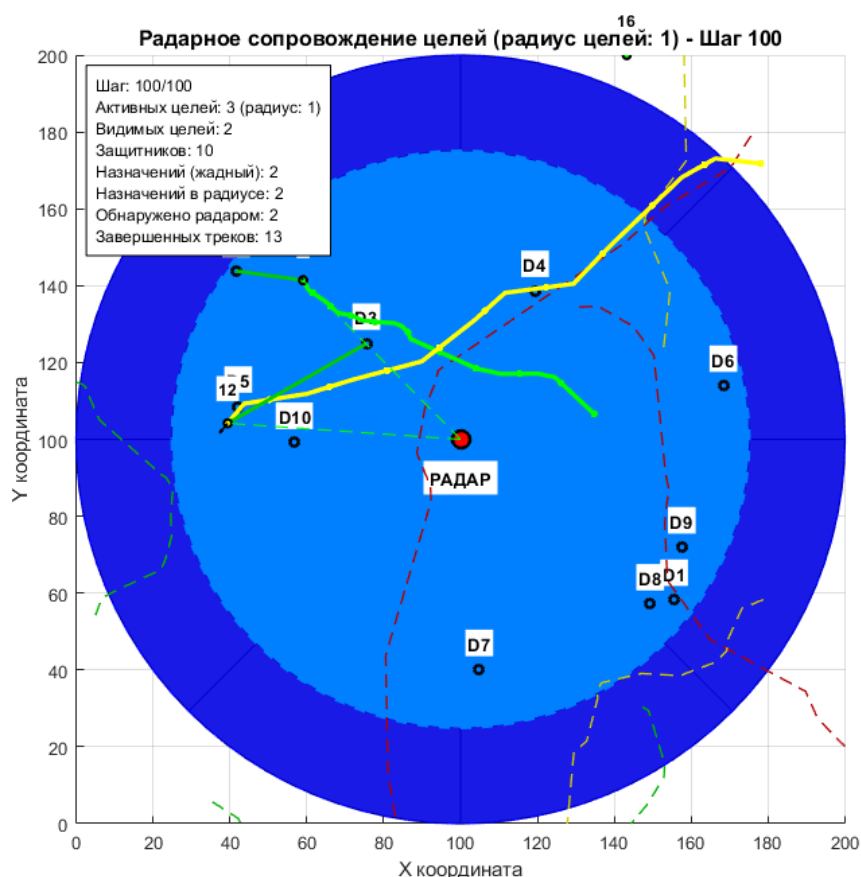


Рис. 3. Визуализация модели радара на плоскости

Примечание: составлено автором.

Окно матрицы стоимостей сканирующей системы представляет данные в табличном виде (ID цели, класс, координаты, расстояние, стоимость) (рис. 4).

ID	Класс	X	Y	Расстояние	Стоимость
7	drone	59.0441	141.4096	58.2421	2.5755
12	aircraft	39.4464	104.1892	60.6984	3.2950
16	drone	143.2255	200	108.9424	0

Рис. 4. Динамическая матрица стоимостей радара

Примечание: составлено автором.

Окно матрицы расстояний «защитник – цель» показывает расстояния между всеми защитниками и видимыми целями, с цветовым кодированием и выделением назначенных пар (рис. 5).

Защ\Цели	Цель7	Цель12
Защ\Цели	Цель7	Цель12
D1	127.4	124.8
D2	17.6*	39.7
D3	23.3	41.6*
D4	60.4	87.1
D5	36.9	5.2
D6	112.7	129.3
D7	111.3	91.7
D8	123.5	119.5
D9	120.5	122.4
D10	42.3	18.0

Рис. 5. Динамическая матрица стоимостей «защитник – цель»

Примечание: составлено автором.

Окно распределения защитников по целям в соответствии с «жадным» алгоритмом (рис. 6).

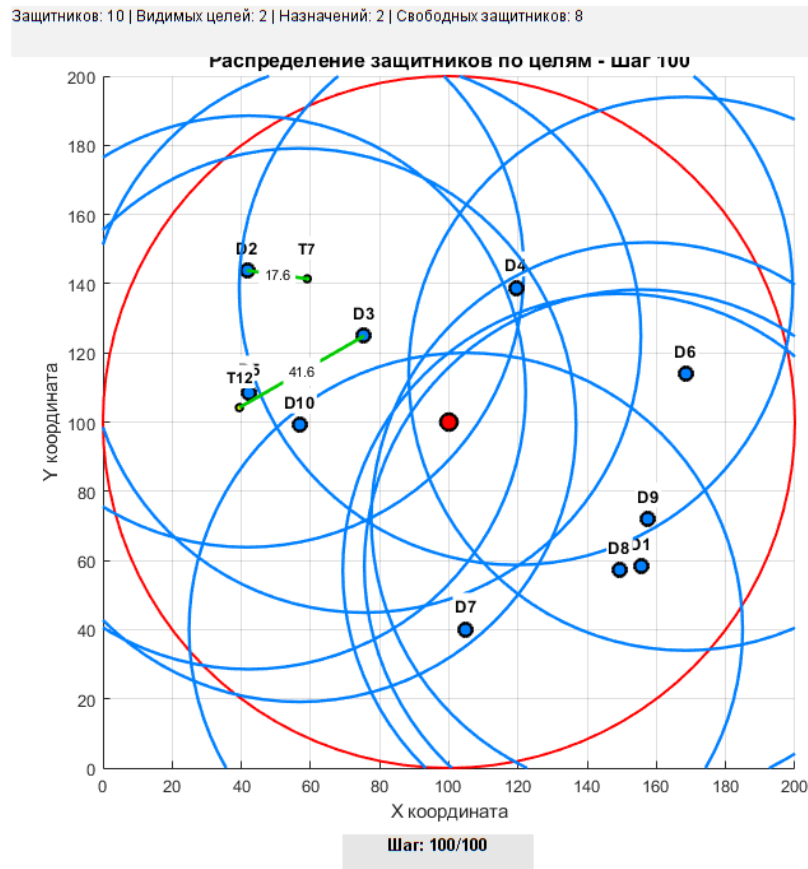


Рис. 6. Результаты распределения защитников по целям

Примечание: составлено автором.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении вычислительного эксперимента использовались следующие параметры: размер области: 200×200 единиц, радиус действия сканирующей системы: 100 единиц, количество защитников: 10, радиус действия защитников: 80 единиц, максимальное количество целей: 15, начальное количество целей: 8, количество шагов моделирования: 100, радиус отображения целей: 1 единица (параметр, легко изменяемый).

Модель успешно работает в реальном времени, обеспечивая:

- плавное движение целей со случайными изменениями траекторий;
- динамическое обновление матриц стоимостей на каждом шаге;
- корректное распределение защитников по целям с использованием «жадного» алгоритма;

– наглядную визуализацию всех аспектов процесса в четырех синхронизированных окнах.

На каждом шаге система назначает в среднем 5–7 защитников на цели (в зависимости от количества видимых целей). Время выполнения одного шага моделирования (включая визуализацию) составляет менее 0,2 секунды на стандартном ПК, что подтверждает применимость подхода для систем, работающих в режиме, близком к реальному времени.

Жадный алгоритм обеспечивает приемлемое качество распределения при минимальных вычислительных затратах. В среднем суммарное расстояние назначенных пар составляет 70–80 % от теоретического минимума, полученного путем полного перебора на небольшом наборе тестовых данных. Это подтверждает практическую применимость алгоритма в динамических условиях, где важна скорость принятия решений.

Основное преимущество реализованного подхода – его интерактивность и наглядность. Исследователь может в реальном времени наблюдать, как изменение параметров (радиуса целей, количества защитников, вероятностных характеристик) влияет на процесс распределения.

Результаты работы представленной модели можно проиллюстрировать следующими анимированными изображениями:

- модель работы радара на плоскости с обнаружением целей и сохранением треков [18];
- динамическая матрица стоимостей радара [19];
- динамическая матрица стоимостей «защитник – цель» [20];
- результат распределения защитников по целям [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной целью данной работы была реализация «жадного» алгоритма с использованием радара, запоминающего треки динамических целей. Возможность запоминания треков позволяет вводить для целей идентификационные номера.

В работе представлена комплексная модель распределения защитников по целям на основе «жадного» алгоритма, интегрированная с системой сканирования на плоскости. *Научная новизна заключается в создании динамической системы, которая:*

- объединяет моделирование движения целей, вычисление адаптивной матрицы стоимостей и жадный алгоритм распределения.
- предоставляет многооконную визуализацию, позволяющую одновременно наблюдать

пространственное распределение, численные данные и результаты назначения.

- позволяет исследовать влияние различных параметров на процесс распределения в интерактивном режиме.

Практическая значимость работы состоит в возможности применения разработанной модели в различных прикладных областях:

- логистика: распределение транспортных средств по заказам;
- управление роботизированными системами: координация группы дронов для мониторинга;
- распределение вычислительных ресурсов в облачных системах;
- системы видеонаблюдения и мониторинга.

Дальнейшее развитие модели может включать:

- реализацию более сложных алгоритмов распределения (венгерский алгоритм, генетические алгоритмы) для сравнения эффективности;
- учет дополнительных факторов: энергопотребление защитников, время выполнения задач, приоритеты целей;
- расширение до трехмерного пространства;
- интеграцию с системами машинного обучения для прогнозирования движения целей.

Представленная модель служит эффективным инструментом как для исследований в области алгоритмов оптимизации, так и для практического применения в задачах динамического распределения ресурсов.

Список источников

1. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L. et al. Introduction to algorithms. 3rd ed. Cambridge, MA : The MIT Press, 2009. 1292 p.
2. Papadimitriou C. H., Steiglitz K. Combinatorial optimization: Algorithms and complexity. Mineola, NY : Dover Publications, 1998. 528 p.
3. Bertsekas D. P. Network optimization: Continuous and discrete models. Belmont, MA : Athena Scientific, 1998. 593 p.

References

1. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L. et al. Introduction to algorithms. 3rd ed. Cambridge, MA: The MIT Press; 2009. 1292 p.
2. Papadimitriou C. H., Steiglitz K. Combinatorial optimization: Algorithms and complexity. Mineola, NY: Dover Publications; 1998. 528 p.
3. Bertsekas D. P. Network optimization: Continuous and discrete models. Belmont, MA: Athena Scientific; 1998. 593 p.

4. Kuhn H. W. The Hungarian method for the assignment problem // *Naval Research Logistics Quarterly*. 1955. Vol. 2, no. 1–2. P. 83–97.
5. Burkard R., Dell’Amico M., Martello S. Assignment problems. Philadelphia, PA : Society for Industrial and Applied Mathematics, 2009. 382 p.
6. Zavlanos M. M., Spesivtsev L., Pappas G. J. A distributed auction algorithm for the assignment problem // *Proceedings of the 47th IEEE Conference on Decision and Control*, December 9–11, 2008, Cancun, Mexico. Piscataway, NJ : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008. P. 1212–1217.
7. Choi H. L., Brunet L., How J. P. Consensus-based decentralized auctions for robust task allocation // *IEEE Transactions on Robotics*. 2009. Vol. 25, no. 4. P. 912–926.
8. Michael N., Zavlanos M. M., Kumar V. et al. Distributed multi-robot task assignment and formation control // *Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, May 19–23, 2008, Pasadena. New York, NY : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008. P. 128–133.
9. Enright J. J., Frazzoli E., Pavone M. et al. UAV routing and coordination in stochastic, dynamic environments // *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles* / K. P. Valavanis, G. J. Vachtsevanos, eds. Dordrecht : Springer, 2015. P. 2079–2109. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9707-1_28.
10. Beard R. W., McLain T. W., Nelson D. B. et al. Decentralized cooperative aerial surveillance using fixed-wing miniature UAVs // *Proceedings of the IEEE*. 2006. Vol. 94, no. 7. P. 1306–1324.
11. Savla K., Frazzoli E., Bullo F. Traveling salesperson problems for the Dubins vehicle // *IEEE Transactions on Automatic Control*. 2008. Vol. 53, no. 6. P. 1378–1391.
12. Otte M., Correll N. Any-com multi-robot path-planning with dynamic teams: Multi-robot coordination under communication constraints // *Springer Tracts in Advanced Robotics*. 2014. Vol. 79. P. 743–757.
13. Khamis A., Hussein A., Elmogy A. Multi-robot task allocation: A review of the state-of-the-art // *Cooperative Robots and Sensor Networks* / A. Koubâa, J. R. Martínez-de Dios, eds. Cham : Springer, 2015. P. 31–51.
14. Gerkey B. P., Mataric M. J. A formal analysis and taxonomy of task allocation in multi-robot systems // *The International Journal of Robotics Research*. 2004. Vol. 23, no. 9. P. 939–954.
15. Liu L., Shell D. A. Large-scale multi-robot task allocation via dynamic partitioning and distribution // *Autonomous Robots*. 2012. Vol. 33, no. 3. P. 291–307.
16. Программа распределения защитников по целям при моделировании радара на плоскости на основе «жадного» алгоритма. URL: https://github.com/dubanovaalex67-eng/Modeling/blob/main/Radar_with_Defenders_Greedy.m (дата обращения: 7.02.2026).
4. Kuhn H. W. The Hungarian method for the assignment problem. *Naval Research Logistics Quarterly*. 1955;2(1–2):83–97.
5. Burkard R., Dell’Amico M., Martello S. Assignment problems. Philadelphia, PA: Society for Industrial and Applied Mathematics; 2009. 382 p.
6. Zavlanos M. M., Spesivtsev L., Pappas G. J. A distributed auction algorithm for the assignment problem. In: *Proceedings of the 47th IEEE Conference on Decision and Control*, December 9–11, 2008, Cancun, Mexico. Piscataway, NJ: Institute of Electrical and Electronics Engineers; 2008. p. 1212–1217.
7. Choi H. L., Brunet L., How J. P. Consensus-based decentralized auctions for robust task allocation. *IEEE Transactions on Robotics*. 2009;25(4):912–926.
8. Michael N., Zavlanos M. M., Kumar V. et al. Distributed multi-robot task assignment and formation control. In: *Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, May 19–23, 2008, Pasadena. New York, NY: Institute of Electrical and Electronics Engineers; 2008. p. 128–133.
9. Enright J. J., Frazzoli E., Pavone M. et al. UAV routing and coordination in stochastic, dynamic environments. In: K. P. Valavanis, G. J. Vachtsevanos, eds. *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Dordrecht: Springer; 2015. p. 2079–2109. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9707-1_28.
10. Beard R. W., McLain T. W., Nelson D. B. et al. Decentralized cooperative aerial surveillance using fixed-wing miniature UAVs. *Proceedings of the IEEE*. 2006;94(7):1306–1324.
11. Savla K., Frazzoli E., Bullo F. Traveling salesperson problems for the Dubins vehicle. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 2008;53(6):1378–1391.
12. Otte M., Correll N. Any-com multi-robot path-planning with dynamic teams: Multi-robot coordination under communication constraints. *Springer Tracts in Advanced Robotics*. 2014;79:743–757.
13. Khamis A., Hussein A., Elmogy A. Multi-robot task allocation: A review of the state-of-the-art. In: A. Koubâa, J. R. Martínez-de Dios, eds. *Cooperative Robots and Sensor Networks*. Cham: Springer; 2015. p. 31–51.
14. Gerkey B. P., Mataric M. J. A formal analysis and taxonomy of task allocation in multi-robot systems. *The International Journal of Robotics Research*. 2004;23(9):939–954.
15. Liu L., Shell D. A. Large-scale multi-robot task allocation via dynamic partitioning and distribution. *Autonomous Robots*. 2012;33(3):291–307.
16. Программа распределения защитников по целям при моделировании радара на плоскости на основе «жадного» алгоритма. URL: https://github.com/dubanovaalex67-eng/Modeling/blob/main/Radar_with_Defenders_Greedy.m (accessed: 7.02.2026). (In Russ.).
17. Программа-функция «zhadnogo» алгоритма. URL: <https://github.com/dubanovaalex67-eng/Modeling/>

17. Программа-функция «жадного» алгоритма. URL: https://github.com/dubanovalex67-eng/Modeling/blob/main/Greedy_Pursuit.m (дата обращения: 7.02.2026).
18. Видео, результат моделирования работы радара на плоскости. URL: <https://vimeo.com/1162478327?share=copy&fl=sv&fe=ci> (дата обращения: 7.02.2026).
19. Видео, динамическая матрица стоимостей радара. URL: <https://vimeo.com/1162481636?share=copy&fl=sv&fe=ci> (дата обращения: 7.02.2026).
20. Видео, динамическая матрица стоимостей «защитник – цель». URL: <https://vimeo.com/1162480737?share=copy&fl=sv&fe=ci> (дата обращения: 7.02.2026).
21. Видео, результат распределения защитников по целям. URL: <https://vimeo.com/1162481876?share=copy&fl=sv&fe=ci> (дата обращения: 7.02.2026).
- blob/main/Greedy_Pursuit.m (accessed: 7.02.2026). (In Russ.).
18. Video, rezultat modelirovaniya raboty radara na ploskosti. URL: <https://vimeo.com/1162478327?share=copy&fl=sv&fe=ci> (accessed: 7.02.2026). (In Russ.).
19. Video, dinamicheskaya matritsa stoimostey radara. URL: <https://vimeo.com/1162481636?share=copy&fl=sv&fe=ci> (accessed: 7.02.2026). (In Russ.).
20. Video, dinamicheskaya matritsa stoimostey “zashchitnik – tsel”. URL: <https://vimeo.com/1162480737?share=copy&fl=sv&fe=ci> (accessed: 7.02.2026). (In Russ.).
21. Video, rezultat raspredeleniya zashchitnikov po tsel'ям. URL: <https://vimeo.com/1162481876?share=copy&fl=sv&fe=ci> (accessed: 7.02.2026). (In Russ.).

Информация об авторе

А. А. Дубанов – кандидат технических наук, доцент;
<https://orcid.org/0000-0002-1855-2562>,
dubanov.alex.67@gmail.com

About the author

A. A. Dubanov – Candidate of Sciences (Engineering), Docent;
<https://orcid.org/0000-0002-1855-2562>,
dubanov.alex.67@gmail.com