

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОТРАЖЕНИЯ УДАРОВ ВОЗДУШНОГО ПРОТИВНИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ЦЕЛЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Д.С. Канев<sup>1</sup>, С.А. Шиндин<sup>2</sup>

Алгоритм отражения ударов противника при различных видах целераспределения, необходим для программы по обучению командного состава навыкам оптимального размещения средств обнаружения и поражения зенитных комплексов. В статье рассмотрены наиболее известные принципы, описан процесс создания и модификации проекта с помощью игрового движка Unity.

### Введение

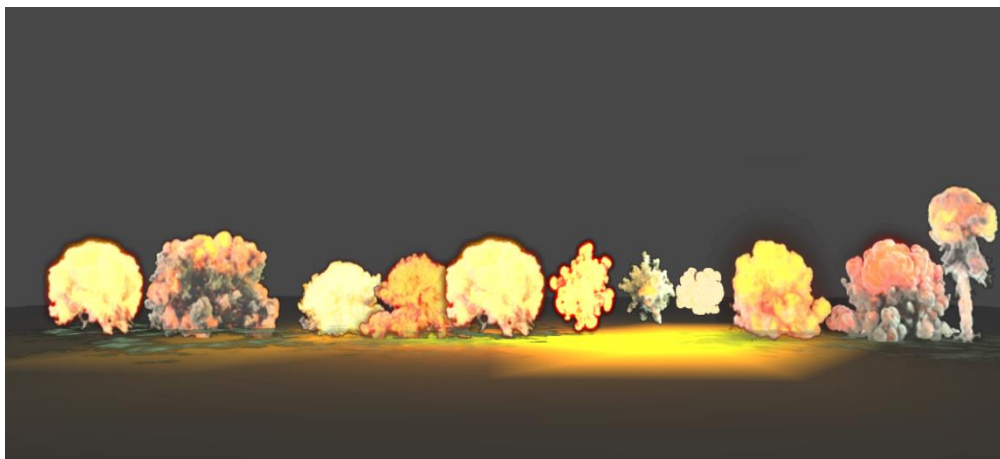
При ведении противовоздушного боя командир зенитного соединения, принимает множество решений на ведение огня. Составной частью решения на ведение огня является целераспределение. В результате целераспределения командир устанавливает какие цели, какими частями, подразделениями, огневыми единицами должны быть уничтожены [1]. В теории управления огнем рассматривают различные виды целераспределения. От принятого вида целераспределения зависит эффективность отражения удара воздушного противника зенитным соединением, частью, подразделением группировкой ПВО в целом. Целераспределение является составной частью решения на ведение огня. В результате решения задачи целераспределения, выбранные для уничтожения цели закрепляются за определенными средствами их поражения, т.е. устанавливается, какими соединениями, частями, подразделениями или огневыми единицами, какие цели должны быть уничтожены. Таким образом, целераспределение, с одной стороны, логический и вычислительный процесс принятия решения на уничтожение целей, с другой – конечный результат этого процесса, главная и наиболее важная часть решения.

---

<sup>1</sup> 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, e-mail: di-ma.kanev@gmail.com

<sup>2</sup> 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, e-mail: sindinstanislav@gmail.com

В существующей системе для моделирования работы средств ПВО расширена визуализация динамической воздушной обстановки, добавлены эф-



фекты взрыва, а также при попадании ЗУР по цели, либо попадания СВН по ЗРК, будет воспроизведён эффект взрыва. 10 различных вариаций, для взрывов в воздухе и на земле (рисунок 1).

Рис. 1. Визуализация взрывов

При запуске ракеты, рассчитан шанс попадания в цель. Если ракета должна попасть в цель, то при столкновении ракеты с объектом, будет воспроизведена анимация взрыва и оба будут уничтожены с карты полигона. Если ракета не попадает в цель, то рядом с объектом будет воспроизведена анимация взрыва.

## Формирование задачи целераспределения

В общем виде задача целераспределения формируется следующим образом:

1. В рассматриваемый момент времени  $t$  в зоне боевой воздушной операции обнаружено множество  $J$  целей. По каждой цели известны ее координаты, скорость, направление полета, число летательных аппаратов в ее составе и их тип, вид применяемых помех, важность. Таким образом, каждая цель описывается полным набором ее характеристик.

2. Для того же момента времени  $t$  возможности подчиненных пультов управления характеризуются положением на местности; вероятности обнаружения целей на требуемой дальности, максимальным числом целей, по которым могут быть приняты решения и поставлены огневые задачи в единицу времени; коэффициентом боевой готовности и коэффициентом надеж-

ности боевой работы аппаратуры системы управления; числом огневых единиц зенитно-ракетного комплекса С типа.

3. При целераспределении учитываются только огневые единицы, находящиеся в готовности номер один.

4. Задача группировки относительно множества  $L$  рассматриваемых целей для данного момента времени  $t$  формулируется строго определено. Этим задается вид критерия эффективности, по которому осуществляется сравнительная оценка различных вариантов решения.

Перечисленные данные об обстановке и задаче группировки обуславливают содержание требуемого решения задачи целераспределения. В зависимости от роли и места рассматриваемого пульта управления в общей системе управления требуемый результат логических и вычислительных действий может содержать следующие требования к решению задач:

А. На данном пульте управления распределить выбранные для уничтожения цели, между огневыми единицами всей рассматриваемой группировки.

Б. Распределить цели, выбранные для уничтожения, между подчиненными пультами управления, предоставив им право распределения указанных целей между собой.

Результат решения задачи целераспределения – распределение целей между соединениями, частями или огневыми единицами, чтобы при известных исходных данных, по заданному показателю эффективности обеспечивалось оптимальное использование возможностей ПВО.

В зависимости от плотности потока целей в ударе, числа подчиненных пультов управления и их доступности, а также располагаемого времени, могут применяться следующие методы целераспределения[2]:

1. Целераспределение по множеству огневых единиц. Данный метод, при котором для уничтожения каждой  $j$  цели, рассматриваемой отдельно от других, из числа свободных огневых единиц выбирается та, которая проведёт стрельбу с наибольшей эффективностью.

2. Целераспределение по множеству частей, осуществляется так же, как и по множеству огневых единиц, но рассматриваются не огневые единицы, а части, в которых есть свободная огневая единица, которая проведёт стрельбу с наибольшей эффективностью.

3. Целераспределение по множеству целей. Каждой свободной, от выполнения стрельбы, огневой единице, выбирается та цель, условия стрельбы по которой наиболее благоприятны.

## **Постановка задачи**

В лаборатории НИР ИДДО УлГТУ ведётся исследование применения целераспределения для виртуального тренажёра, симуляции боевых действий. В качестве программного обеспечения используются виртуальный тренажёр, созданный с помощью игрового движка Unity [3]. В нём продолжается развиваться тренажёр и был написан скрипт, для целераспределения. На данном

этапе разработки рассмотрим вариант с целераспределением по множеству огневым единицам. Берутся все зенитно-ракетные комплексы, в радиусе действия пульта управления. Для каждой ЗРК рассматривается цель, по которой, стрельба по ней будет наиболее эффективной в данной боевой обстановке.

### **Приоритет целей**

Реализован механизм приоритета целей. При выдаче СОУ разрешения на пуск, происходит проверка, на нахождения в зоне пуска данной СОУ, цели с более высоким приоритетом. Если перед выдачей цели, СОЦ обнаружат более приоритетную цель, то СОЦ выдаст разрешение на пуск по второму объекту.

### **Занятость ЗРК**

Добавлен механизм занятости ЗРК. Он позволяет отслеживать возможность, любой ЗРК, вести боевые действия. Если у ЗРК, закончились ЗУР или он ведет огонь или сопровождает другую цель, то СОЦ будет считать, что данная ЗРК занята и не будет выдавать ей новые цели, до тех пор, пока критерии занятости не будут устранены.

### **Механизм перезарядки ЗРК, время подготовки к выстрелу**

Данные механизмы позволяют более реалистично симулировать механизм стрельбы ЗРК. Механизм полной перезарядки ЗРК действует при условии, что весь боекомплект ЗРК был израсходован. Время подготовки к выстрелу заложено в механизм стрельбы.

### **Расчёт времени предварительного пуска**

Был реализован механизм предварительного запуска ракеты по СВН.

Данный механизм позволяет ЗРК выпускать ракету по СВН до ее входа в зону поражения (ЗП), что бы ракета настигла цель в момент ее входа в ЗП.

### **Моделирование процесса поражения СВН**

Алгоритм моделирования процесса поражения целей:

1. Свободная СОЦ захватывает цель.
2. При входе цели в зону пуска свободной СОУ выдаётся разрешения на пуск.
3. Идет проверка на занятость СОУ, если занят, переход на 2.
4. Проверка занятости цели. Если другой СОУ ведет цель, переход на 1.
5. Проверка приоритета цели. Если цель, менее приоритетна, чем другая цель, находящаяся в зоне пуска данной СОУ, переключение СОУ на другую цель.
6. Расчёт времени предварительного запуска. Если цель в зоне поражения, продолжить.
7. Запуск ракеты в цель.
8. Уменьшается запас ракет СОУ на 1.

9. Если цель не уничтожена в соответствии с формулой математического ожидания уничтоженных целей, переход на 2.
10. Выход.

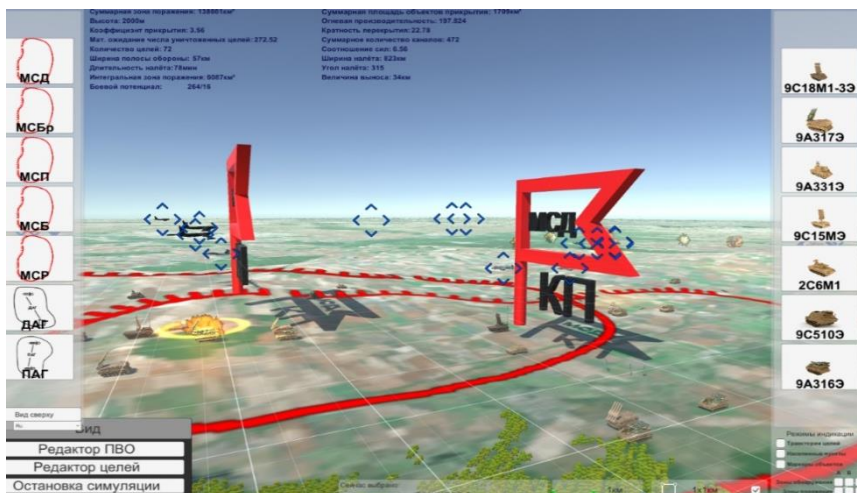


Рис. 2. Боевые действия

## Заключение

Рассмотренные виды целераспределения не исчерпывают возможных вариантов структуры управляющей системы. Целераспределение является главной и наиболее важной частью симуляции обучения командного состава. Применение различных методов и видов целераспределения, должно соотнобразовываться с обстановкой. Данные особенности позволяют сделать вывод о необходимости и эффективности использования целераспределения в образовательном пространстве командного состава [4-8]. Исследования поддержаны грантом Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 2.1615.2017/4.6.

## Список литературы

1. Целераспределение / энциклопедия.минобороны.рф [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://энциклопедия.минобороны.рф/encyclopedia/dictionary/details\\_rvsn.htm?id=13937@morfiDictionary/](http://энциклопедия.минобороны.рф/encyclopedia/dictionary/details_rvsn.htm?id=13937@morfiDictionary/), свободный.
2. МЕТОДИКА УЧЕТА ВАЖНОСТИ ЦЕЛИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ МЕЖДУ ОГНЕВЫМИ СРЕДСТВАМИ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-ucheta-vazhnosti-tseli-pri-reshenii-zadachi-raspredeleniya-letatelnyh-apparatov-mezhdu-ognevymi-sredstvami>, свободный.

3. Абляев М.Р., Аметов Ф.Р., Мевлют И.Ш. Unity как средство разработки программ с возможностью визуализации технологии виртуальной реальности // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. - 2016. - № 4 (14). - С. 71-75. [Электронный ресурс] – Режим
4. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МНОГОФАКТОРНОГО ЦЕЛЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-resheniya-zadachi-mnogofaktornogo-tseleraspredeleniya-v-avtomatizirovannoy-sisteme-upravleniya>, свободный.
5. Войт Н.Н. Разработка методов и средств адаптивного управления процессом обучения в автоматизированном проектировании // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ульяновский государственный технический университет. Ульяновск, - 2009
6. Войт Н.Н., Афанасьев А.Н. Разработка алгоритмического, методического и информационного обеспечения АОС для САПР КОМПАС-3D // Вестник Ульяновского государственного технического университета. - 2005. - № 3 (31). - С. 50-56.
7. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Канев Д.С. Модель и метод разработки и анализа компьютерных тренажеров // Автоматизация процессов управления. – 2015. - № 2. - С. 64-71.
8. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Бочков С.И., Уханова М.Е., Ионова И.С.
9. Разработка и исследование виртуальных рабочих мест в среде OPENSIM // Вестник Ульяновского государственного технического университета. - 2016. - № 4 (76). - С. 43-47.