

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО - ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ВИРТУАЛЬНОГО ПОЛИГОНА

Шиндин С. А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ульяновский государственный технический университет

**Аннотация.** Предлагается один из подходов к созданию виртуального полигона для выполнения задачи обучения командного состава навыкам оптимального размещения средств обнаружения и поражения зенитных комплексов. Кратко описаны основные подсистемы разрабатываемого виртуального полигона для моделирования различных ситуаций, возникающих при воздушной атаке возможного противника: подсистема визуализации, физический движок, графический пользовательский интерфейс.

**Ключевые слова:** виртуальный полигон, моделирование, противовоздушная оборона.

Разработка и внедрение методов и средств обеспечения командного состава навыкам оптимального размещения средств обнаружения и поражения зенитных комплексов предваряется экспериментальными исследованиями, проведение которых затруднительно в связи с необходимыми значительными материальными затратами. В связи с этим разработка так называемых виртуальных полигонов, т.е. программно-аппаратных средств, позволяющих исследователям моделировать различные ситуации, возникающие при атаке возможного противника, по объектам прикрытия, представляется крайне актуальной.

Целью настоящей работы является создание виртуального полигона применительно к задачам обеспечения воздушной безопасности. Достижению поставленной цели предшествовало решение следующего комплекса задач: создание трёхмерных моделей средств воздушного нападения; создание трёхмерных моделей средств противовоздушной обороны; разработка системы загрузки виртуального полигона размером 1000x1000км; визуализация динамической воздушной обстановки; разработка системы ведения огня по воздушным целям; подсчёт значимых коэффициентов для боевых целей.

При разработке виртуального полигона использовались следующие программные средства: для реализации системы визуализации - игровой движок Unity, для симуляции физических процессов – встроенный в Unity физический движок NvideoPhysics [1-4].

В работе используются трехмерные модели следующих объектов: средства воздушного нападения (табл. 1), средства противовоздушной обороны (табл. 2),

Табл. 1 Средства воздушного нападения

<b>Наименование целей</b>	
ЛАНС	General Dynamics/Grumman EF-111;
АН-1Н;	Panavia Tornado ECR;
AGM-86 ALCM;	UH-60 Black Hawk;
MQ-1 Predator;	Boeing E-3 Sentry;
Fairchild Republic A-10 Thunderbolt II;	Boeing E-8 Joint STARS;
Boeing B-52 Stratofortress;	Lockheed EC-130H Compass Call;
F-16 Fighting Falcon;	McDonnell Douglas F-4 Phantom II;
Lockheed/Boeing F-22 Raptor;	McDonnell Douglas RF-4C Fantom II.
F-35 Lightning II;	F15 C Eagle

Табл. 2 Средства ПВО

<b>Наименование целей</b>
9С18М1-3Э
9А317Э
9С510Э
9А316Э
2С6М1
9А331Э
9С15МЭ
С-300ВМЭ

Для моделирования работы средств ПВО построена виртуальная карта на основе реальной местности с координатами N60W180, S60E180 и размерами 20000 км \* 13000 км.

На рис. 1 показано как выглядит данный участок на карте. Виртуальная карта местности состоит из нескольких слоёв:

- Рельеф суши.
- Спутниковая карта
- Населённые пункты
- Гидрография

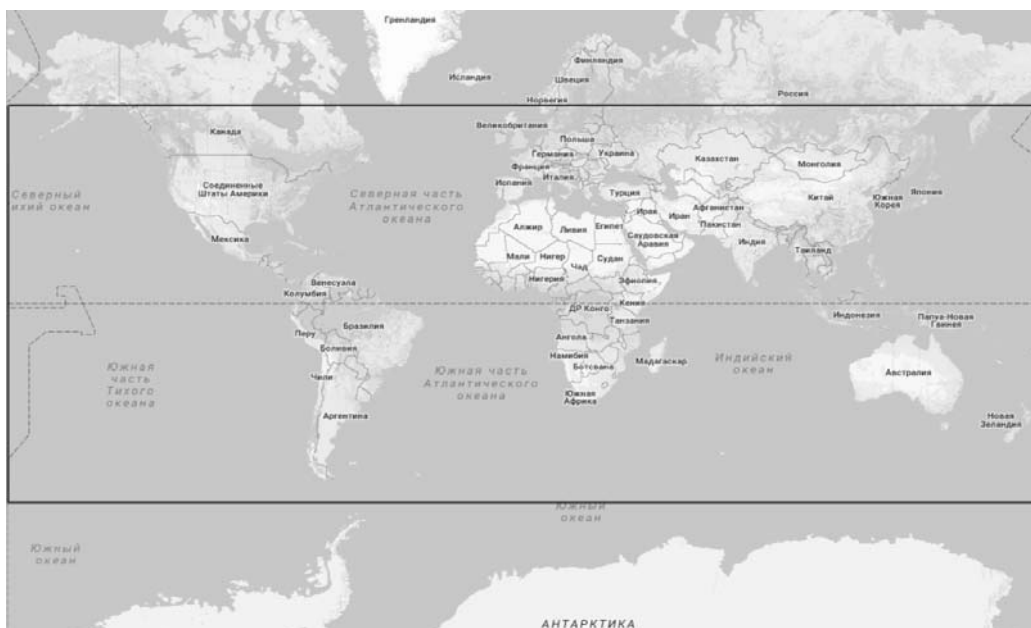


Рис. 1. Модель местности с размерами 20000 км \* 13000 км.

Для построения рельефа суши рассмотрено получение данных из двух разных источников. Выбор стоял между Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer и Shuttle Radar Topographic Mission, с детализацией 90 метров на пиксель. Основное различие между SRTM и ASTER GDEM - размер ячейки. Хотя SRTM обычно доступен с сеткой 90 м, для моделирования работы полигона большего разрешения не потребовалось. ASTER при данном разрешении имел большие артефакты (главным образом пики), особенно в плоской местности, которые очень трудно удалить с помощью фильтрации. Поэтому для работы с рельефом был выбран SRTM.

Поверх рельефа накладывается спутниковая карта местности с детализацией 50 метров на пиксель. Данная детализация позволила реалистично отобразить местность.

Также добавлены данные о местоположении населённых пунктов и их численности населения на основе данных GeoNames. Основными критериями, по которым был выбран GeoNames являются:

- оффлайн доступность (Отсутствует у Google Geocoding, Яндекс.Карты Геокодирование)
- полный набор стран мира(Отсутствует у Nominatim OpenStreetMap)

В базу программы загружены сведения о 20000 населённых пунктов.

Виртуальная карта включает материки: Евразия (рис. 2), Африка, Северная Америка, Южная Америка и Австралия. В программу добавлена визуализация пуска ракеты и уничтожения целей. При попадании ракеты в средство воздушного нападения, огневые установки или объекты прикрытия воспроизводится эффект взрыва.

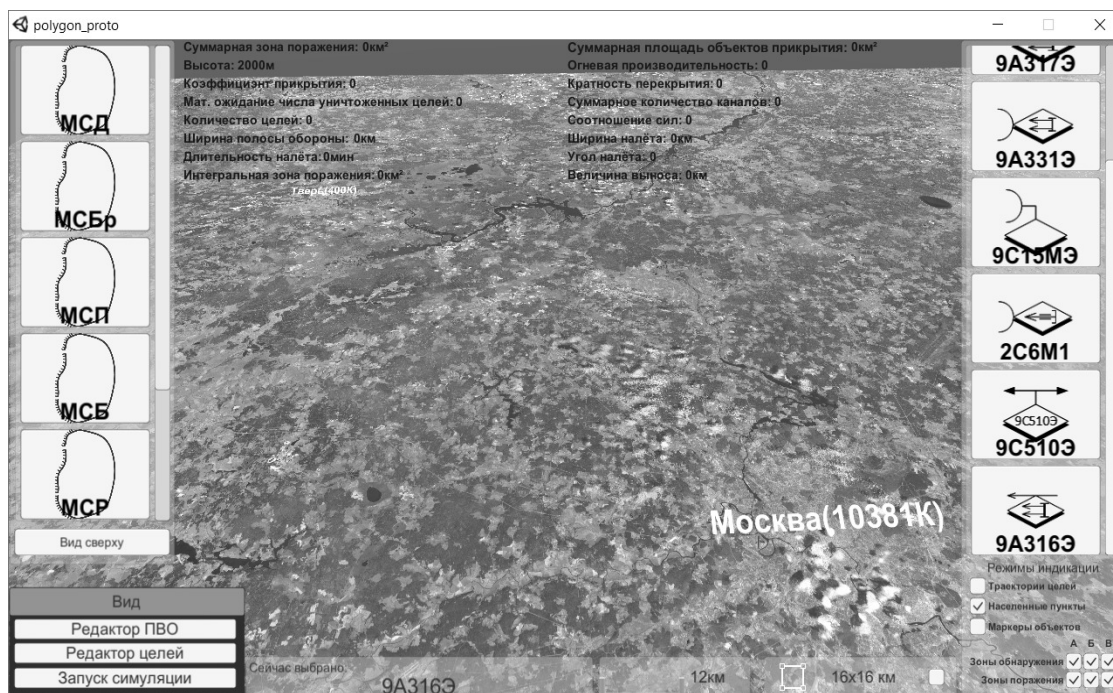


Рис. 2 Виртуальная карта Евразии с координатами N57E34, N48E35

Разработан и реализован алгоритм поражения и уничтожения воздушных целей. Для каждого средства воздушного нападения введено понятие тип. Для того чтобы комплекс ПВО смог дать разрешение на пуск, введены состояния для каждого типа целей.

Сопровождаемая цель может быть трех типов (Type): баллистической (Ballistic); самолёт (Group); вертолёт (Helicopter); крылатой ракетой (Missile).

Каждая цель может находиться в следующих состояниях: AcceptedTD – при выдаче целераспределения на СОУ; LockedTD – если СОУ захватила цель по целеуказанию (СОЦ захватывает цель вошедшую в зону поражения); TIZTD – если сопровождаемая СОУ цель находится в зоне поражения; Launched – если СОУ произведен пуск по цели; Destroyed – если цель поражена.

Также в памяти цель имеет такие атрибуты как номер эшелона (FL), флаг «цель в зоне» (TIZ), номер цели в таблице целей ВКП (HLCPTTNumber) и номер СОУ (SPL), на которую выдано целеуказание (SPLNumber). Цель также имеет координаты, относительно командного пункта (RelativePosition) и скорость (Velocity).

С точки зрения физики цель имеет координаты (Position) и скорость (Rigidbody.Velocity).

Связь между комплексами ПВО достигается благодаря моделированию радиотехнических средств.

На рис. 3 показана диаграмма деятельности захвата и уничтожения цели.

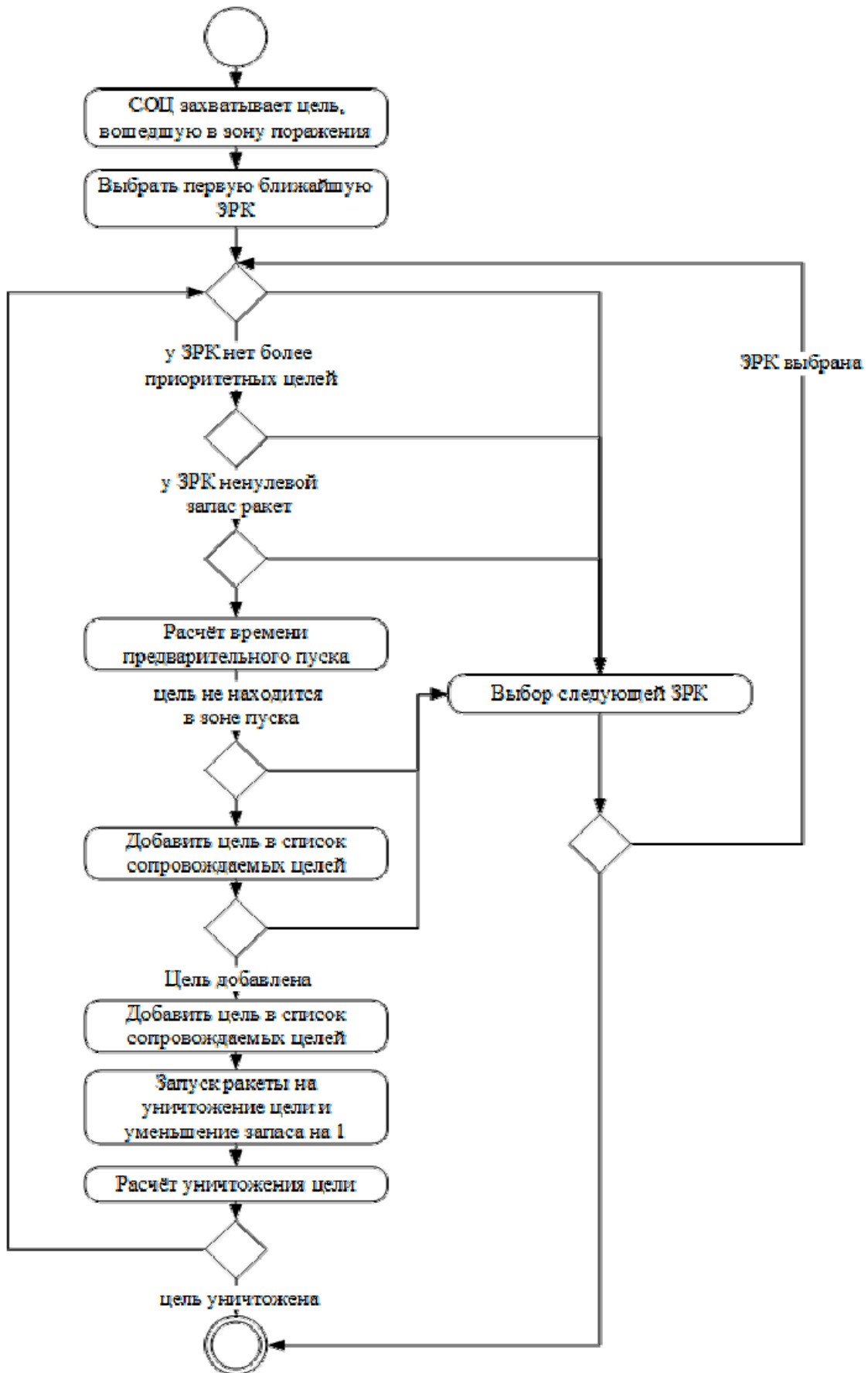


Рис. 3. Диаграмма деятельности захвата и уничтожения цели

Научная значимость представленных результатов обусловлена созданием моделей (скорости средства воздушного нападения, ракет), адекватных реальным. Практическая значимость заключается в том, что результаты проведенной работы представляют собой способ повышения качества и эффективности обучения за счет разработки и исследования электронных образовательных систем по программе подготовки командного состава навыкам оптимального размещения средств обнаружения и поражения зенитных комплексов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области в рамках научного проекта № 16-47-732152 и гранта Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 2.1615.2017/4.6.*

### Литература

1. <https://unity3d.com/ru/>
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Shuttle\\_Radar\\_Topography\\_Mission](https://ru.wikipedia.org/wiki/Shuttle_Radar_Topography_Mission)
3. <https://asterweb.jpl.nasa.gov/>
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced\\_Spaceborne\\_Thermal\\_Emission\\_and\\_Reflection\\_Radiometer](https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Spaceborne_Thermal_Emission_and_Reflection_Radiometer)

*Шиндин Станислав Андреевич*, м.н.с. НИО УНИ УлГТУ, e-mail: sindinstanislav@gmail.com

**УДК 621.391**

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОТОЧЕЧНОЙ ЦЕЛИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЗОНДИРОВАНИЯ СИГНАЛАМИ С ПЕРЕСТРОЙКОЙ НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЫ**

Майоров Д. А.<sup>1</sup>, Киричек И. Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Военная академия войсковой противовоздушной обороны ВС РФ имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского

<sup>2</sup>АО «Ульяновский механический завод»

**Аннотация.** Представлена математическая модель частотной характеристики с перестройкой несущей частоты

**Ключевые слова:** зондирование, перестройка частоты, математическое моделирование

Анализ перспективных направлений развития радиолокационной техники последнего десятилетия отмечает повышенный интерес отечественных