

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН ЗЕНИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ¹

VIRTUAL POLYGON OF ANTI-AIRCRAFT COMPLEXES

Афанасьев А.Н., Гульшин В. А., Войт Н.Н., Канев Д.С.

A. Afanasyev, Gulshin V, N. Voit, D. Kanev.

Аннотация

Рассмотрена программная система оценки огневых возможностей группировки ПВО, предназначенная для подготовки командного состава, обучения навыкам оптимального размещения средств обнаружения и поражения зенитных комплексов, визуализации тактико-технических характеристик средств ПВО.

Abstract

The software system for assessing the fire capabilities of the air defense group is designed to train commanders, train skills in the optimal placement of means for detecting and defeating anti-aircraft systems, visualizing the tactical and technical characteristics of air defense systems.

Ключевые слова: показатели эффективности системы огня, виртуальный полигон, учебный симулятор.

Keywords: indicators of the effectiveness of the fire system, a virtual training ground, an educational simulator.

Реферат

Для обучения командного состава навыкам оптимального размещения средств обнаружения и поражения зенитных комплексов актуальна задача разработки имитационной модели, позволяющей наглядно продемонстрировать способности группировки средств противовоздушной обороны.

Особенностью предлагаемой модели является оценка огневых возможностей группировки на основе технических характеристик образцов вооружения. На цифровой карте местности возможно размещение средств управления, обнаружения и поражения с визуализацией границ зон обнаружения, пуска и поражения относительно рельефа местности, а также формирование налёта средств воздушного нападения различных типов.

¹ Исследования поддержаны грантом Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 2.1615.2017/4.6

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области в рамках научного проекта № 16-47-732152

Объектами прикрытия выступают: мотострелковые дивизии, бригады, полки, батальоны, роты, дивизионные артиллерийские группы, полковые артиллерийские группы, а также инфраструктурные объекты, такие как мосты, аэропорты и заводы.

Реализуемая имитационная модель позволяет оценить качество системы огня группировки в соответствии со следующими показателями: величина интегральной реализуемой зоны поражения (обстрела) средств ПВО, огневая производительность ПВО по направлениям, рубежам и высотам, коэффициент соотношения сил по направлениям и высотам, коэффициент прикрытия группировки прикрываемых войск и объектов, кратность перекрытия зон поражения (обстрела), математическое ожидание числа уничтоженных целей, величина выноса реализуемой интегральной зоны поражения (обстрела) на подступы к прикрываемому объекту.

Кроме вышеуказанных программа рассчитывает и выводит также следующие показатели: число целей в ударе, угол налёта, ширина полосы обороны, длительность налёта, ширина налёта, суммарная площадь объектов прикрытия, суммарное количество целевых каналов, суммарная зона поражения.

Summary

To train the command staff in the skills to optimally locate the means of detection and destruction of anti-aircraft complexes, the task of developing an imitation model that makes it possible to demonstrate clearly the capabilities of the grouping of air defense weapons is topical.

A feature of the proposed model is the assessment of the fire capabilities of the grouping on the basis of the technical characteristics of the weapons. On the digital map of the terrain, it is possible to place control, detection and damage facilities with visualization of the boundaries of the detection, launch and defeat zones relative to the terrain, as well as the formation of a raid of air attack means of various types.

Covering objects are: motorized rifle divisions, brigades, regiments, battalions, companies, divisional artillery groups, regimental artillery groups, as well as infrastructure facilities such as bridges, airports and factories.

The realized simulation model allows to estimate the quality of the fire system of the grouping in accordance with the following indicators: the magnitude of the integrated realizable zone of destruction (firing) of air defense assets, the fire performance of air defense in directions, lines and heights, the ratio of forces in directions and heights, the cover factor of the grouping of the troops being covered and objects, the multiplicity of the overlapping of the affected areas (firing), the mathematical expectation of the number of destroyed targets, the amount of removal of the realizable integral zone Nia (fire) the approaches to hide behind an object.

In addition to the above, the program calculates and displays also the following indicators: the number of targets in the strike, the angle of the raid, the width of the defensive line, the duration of the raid, the width of the raid, the total area of the cover objects, the total number of target channels, the total damage zone.

Введение

Для обучения командного состава навыкам оптимального размещения средств обнаружения и поражения зенитных комплексов актуальна задача разработки имитационной модели, позволяющей наглядно продемонстрировать способности группировки средств противовоздушной обороны (ПВО).

Особенностью предлагаемой модели является оценка огневых возможностей группировки на основе технических характеристик образцов вооружения. На цифровой карте местности возможно размещение средств управления, обнаружения и поражения с визуализацией границ зон обнаружения, пуска и поражения относительно рельефа местности, а также формирование налёта средств воздушного нападения (СВН) различных типов.

Функциональные возможности

Программа реализует функционал формирования боевого порядка средств ПВО и СВН на виртуальной карте мира с моделированием процесса воздушного налёта[1].

Боевой порядок группировки ПВО задаётся на трёхмерной виртуальной карте площадью до 1 000 000 км². Виртуальная карта построена на основе реальной местности с координатами N60W180, S60E180 и размерами 20000 км * 13000 км, включает материки: Евразия, Африка, Северная Америка, Южная Америка и Австралия. Виртуальная карта соответствует реальной местности и состоит из нескольких слоёв: рельеф, спутниковая карта, маркировка населённых пунктов с численностью населения, реалистичная гидрография и растительность. На рисунке 1 показана карта действий на основе реальной местности с размерами 1000 км * 1000 км вокруг г. Ульяновска.

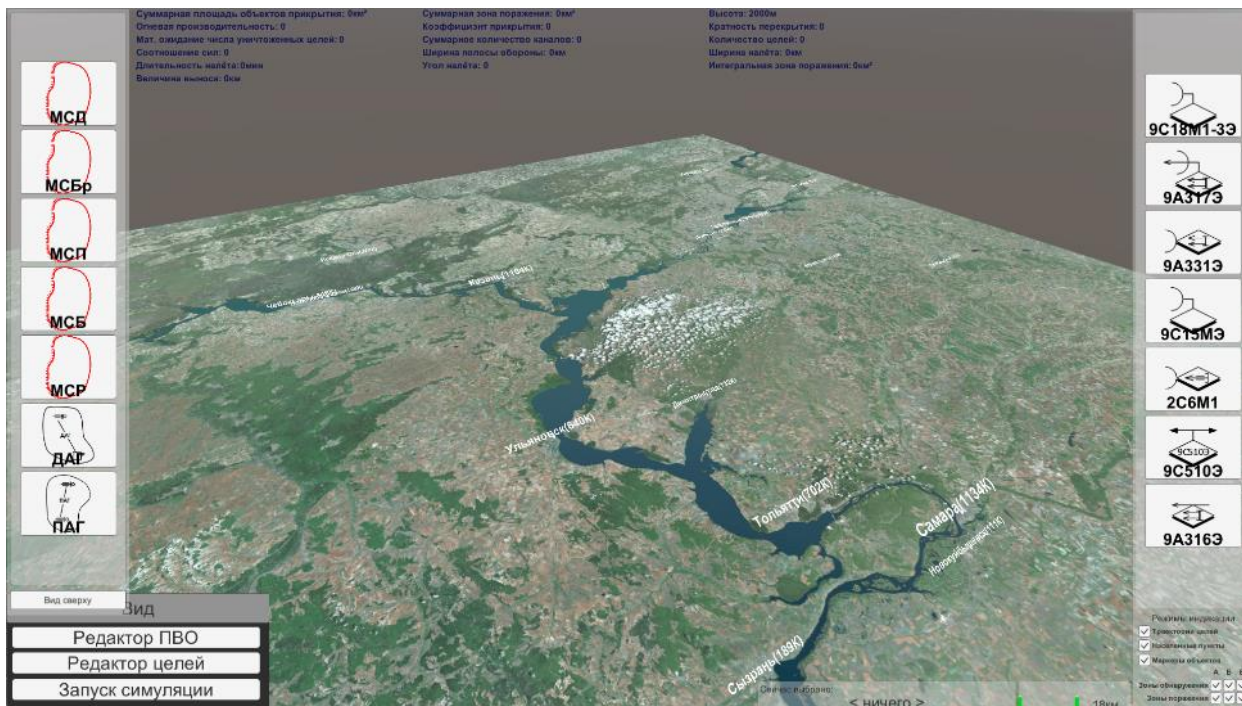


Рис. 1. Вид полигона.

Объектами прикрытия выступают: мотострелковые дивизии, бригады, полки, батальоны, роты, дивизионные артиллерийские группы, полковые артиллерийские группы, а также инфраструктурные объекты, такие как мосты, аэропорты и заводы. Графический конструктор боевого порядка объектов прикрытия позволяет добавлять, удалять и редактировать объекты прикрытия, вращать их вокруг своей оси.

Программа позволяет формировать налёт СВН [2] следующих типов: аэродинамические, на примере F15; баллистические – MGM-52 ЛАНС, вертолёт – AN-1Н; крылатые ракеты – AGM-86 ALCM; беспилотные летательные аппараты – MQ-1 Predator, а также: штурмовик Fairchild Republic A-10 Thunderbolt II, стратегический бомбардировщик Boeing B-52 Stratofortress, истребитель F-16 Fighting Falcon, истребитель Lockheed/Boeing F-22 Raptor, истребитель-бомбардировщик F-35 Lightning II, самолёт радиоэлектронной борьбы General Dynamics/Grumman EF-111, истребитель-бомбардировщик Panavia Tornado ECR, вертолёт UH-60 Black Hawk, Самолёт дальнего радиолокационного обнаружения Boeing E-3 Sentry, самолёт боевого управления и целеуказания Boeing E-8 Joint STARS, самолет радиоэлектронной разведки Lockheed EC-130H Compass Call, истребитель McDonnell Douglas F-4 Phantom II, истребитель McDonnell Douglas RF-4C Fantom II. На рисунке 2 показаны примеры средств воздушного налёта. Графический конструктор боевого порядка средств воздушного нападения позволяет формировать траектории полёта воздушных целей, включая аэродинамическую траекторию (настраиваются высота полёта, скорость полёта, контрольные точки, задержка вылета), баллистическую траекторию (настраиваются

контрольные точки, задержка вылета), полёт с огибанием поверхности (настраиваются высота полёта, скорость полёта, контрольные точки, задержка вылета). Также конструктор производит динамическое моделирование полёта воздушных целей с управлением модельным временем для всех типов траекторий.



Рис. 2. Примеры средств воздушного налёта.

Огневые единицы представлены комплексами: БУК, включая станцию обнаружения целей, самоходную огневую установку, пункт боевого управления, пуско-заряжающую установку; Тунгуску (зенитную самоходную установку); ТОР (боевую машину, станцию обнаружения целей); С-300ВМЭ (самоходную радиолокационную станцию). На рисунке 3 показан полигон с трехмерными моделями средств ПВО. Конструктор боевого порядка средств ПВО позволяет добавлять, удалять и редактировать указанные комплексы, деформировать зоны поражения/обнаружения с учётом рельефа местности.

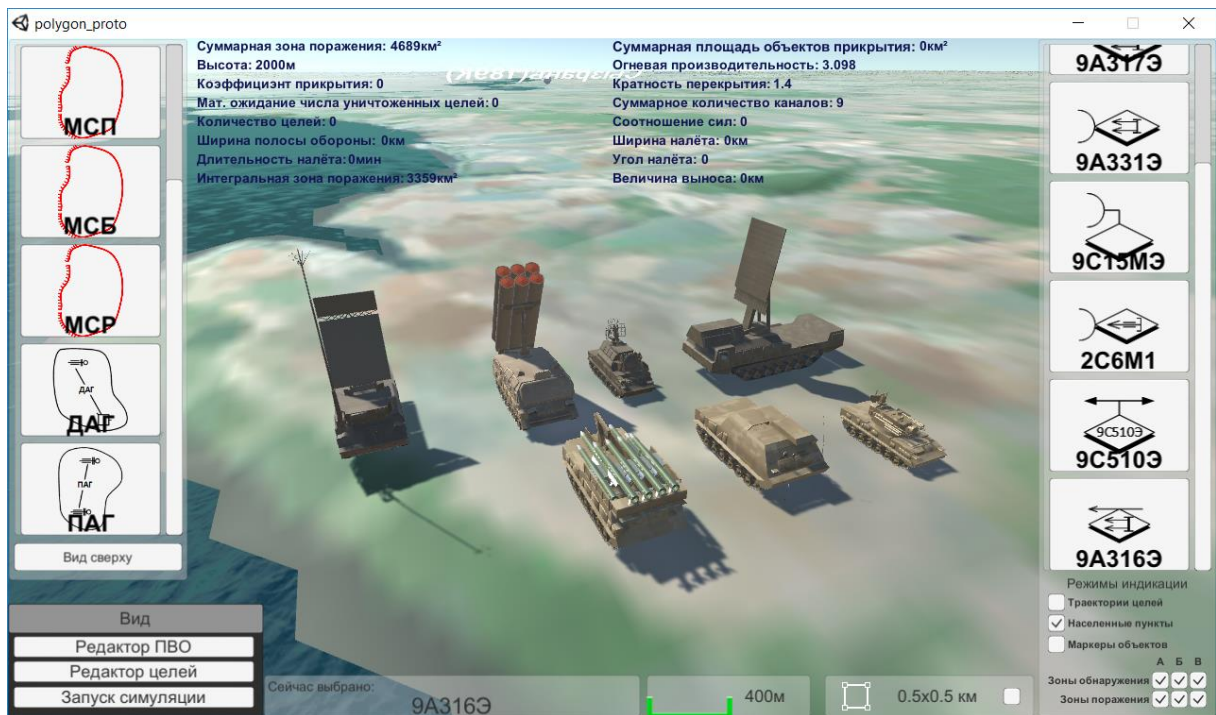


Рис. 3. Полигон с трехмерными моделями средств ПВО

На рис. 4 показана структурная схема виртуального полигона.



Рис. 4. Структурная схема виртуального полигона

Показатели эффективности системы огня

Реализуемая имитационная модель позволяет оценить качество системы огня группировки в соответствии со следующими показателями [3, 4, 5]: величина интегральной реализуемой зоны поражения (обстрела) средств ПВО, огневая производительность ПВО по направлениям, рубежам и высотам, коэффициент соотношения сил по направлениям и высотам, коэффициент прикрытия группировки прикрываемых войск и объектов, кратность перекрытия зон поражения (обстрела), математическое ожидание числа уничтоженных целей, величина выноса реализуемой интегральной зоны поражения (обстрела) на подступы к прикрываемому объекту.

В процессе расчёта представленных коэффициентов учитывается влияние рельефа местности. На рисунке 5 показана зона поражения без влияния рельефа местности.

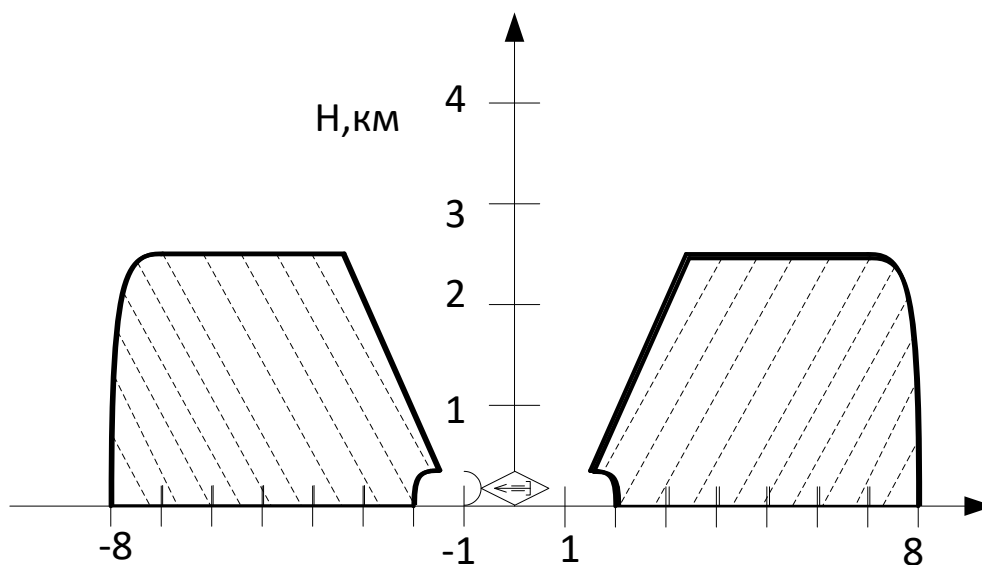


Рис. 5. Зона поражения без влияния рельефа местности

На рисунке 6 показано влияние рельефа местности на зону поражения, горы перекрывают видимость, вследствие чего зона поражения деформируется.

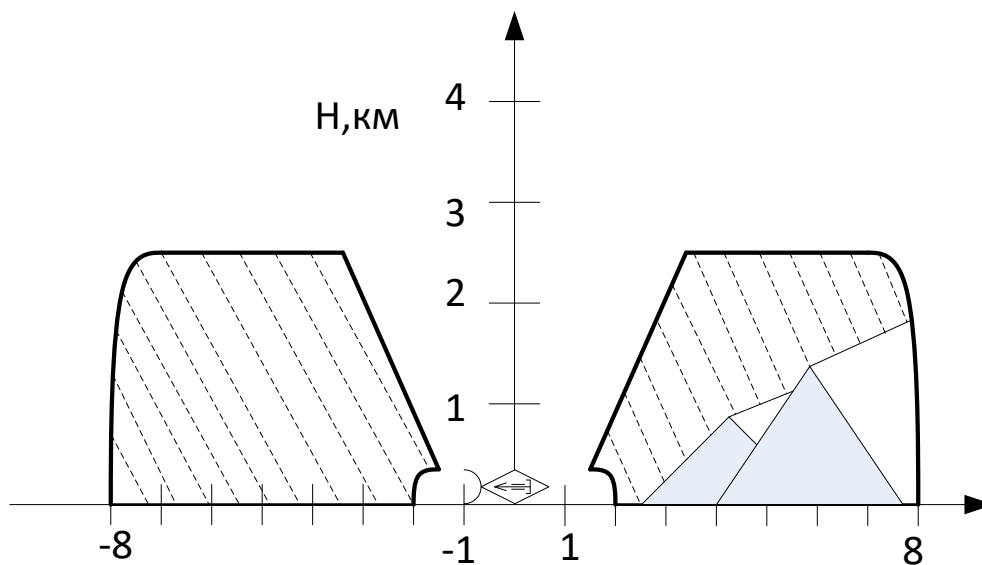


Рис. 6. Зона поражения с учётом рельефа местности.

Для расчёта указанных показателей используются следующие характеристики зенитных комплексов: вероятность поражения целей одной ракетой, расход ракет за стрельбу, запас ракет, предельный курсовой параметр зенитного комплекса, коэффициент, учитывающий влияние противодействия противника, коэффициент управляемости, коэффициент боевой готовности целевого канала, цикл стрельбы, вероятность своевременного обнаружения цели, число целевых каналов.

Архитектура программной системы

Система расчёта показателей эффективности огневой поддержки средств ПВО реализована на платформе Unity 2017.1.0p3[6, 7] с использованием объектно-ориентированной методологии.

Подробная архитектура программной системы показана на рисунке 7.

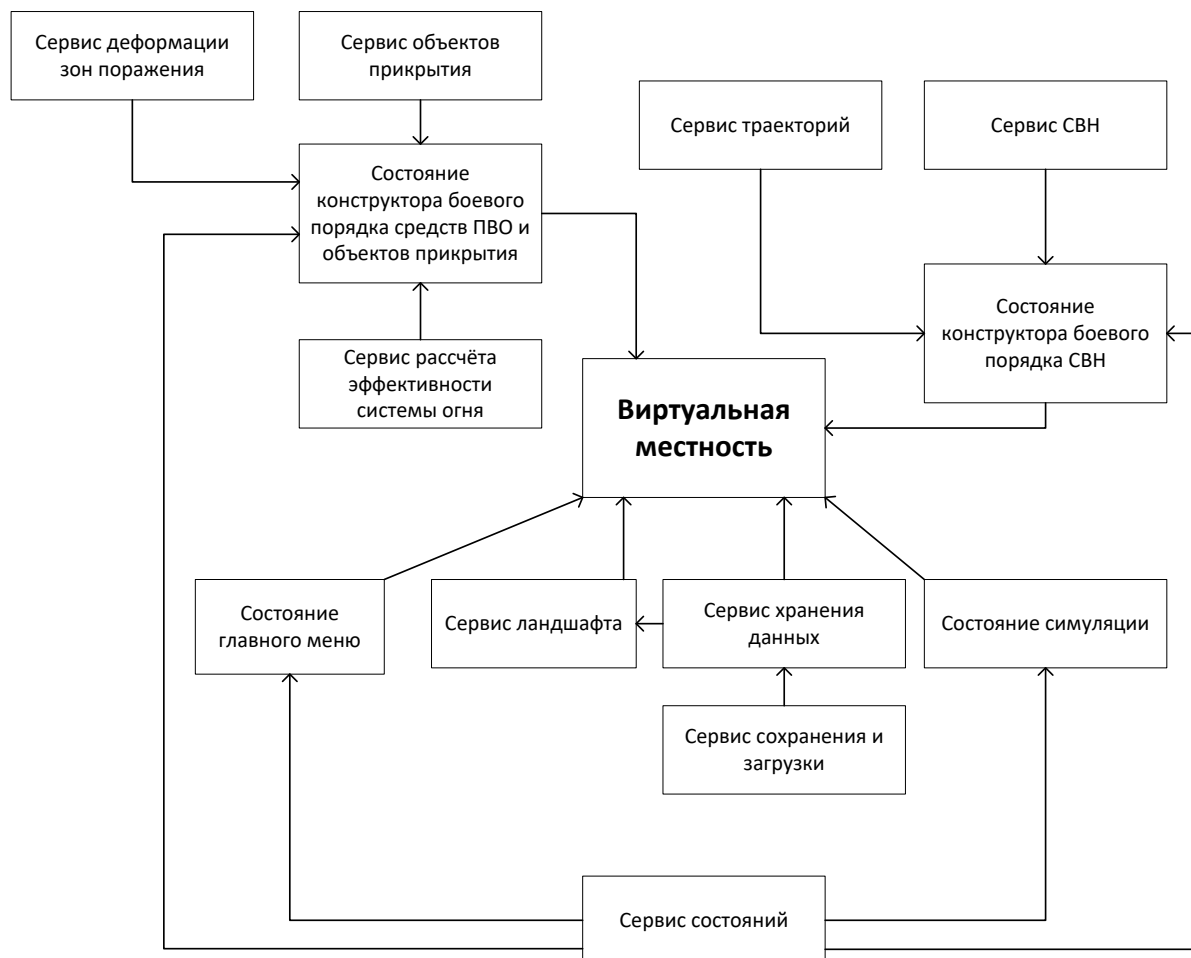


Рис. 7. Архитектура программной системы.

Заключение

Виртуальный полигон работает на операционных системах Windows 7, Windows 10, и имеет следующие требования к аппаратному обеспечению: оперативная память 4 ГБ и выше, 80 ГБ свободного места на диске, разрешение экрана от 1366 × 768.

Система демонстрировалась на Международном военно-техническом форуме «Армия-2017» и получила высокую оценку специалистов.

Список литературы

1. Афанасьев А. Н., Васильев К. К. Математическое обеспечение виртуального полигона // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – Т. 15. – №. 12. – С. 63-68.

2. Афанасьев А. Н., Войт Н. Н. ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ СРЕДСТВ ПВО //Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем. – 2017. – №. 1-2. – С. 33-36.
3. Афанасьев А. Н. и др. ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕВОЙ ПОДДЕРЖКИ СРЕДСТВ ПВО //Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем. – 2017. – №. 1-2. – С. 16-19.
4. Тактика зенитных ракетных войск / под ред. Уваров М.А. - М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1969. — 432 с.
5. Бойченко К.Н. Об эффективности зенитной ракетной обороны // Военная мысль, 2001, № 6, С. 11-12.
6. Li B., Gong G., Zhao Y. Physically-Based Facial Modeling and Animation with Unity3D Game Engine //Asian Simulation Conference. – Springer, Singapore, 2017. – С. 393-404.
7. Ходос О.С., Баженов Р.И. Обучение трехмерному моделированию в UNITY3D // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 6-3 (38). С. 14.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Афанасьев Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, Ульяновский государственный технический университет. Имеет более 200 статей в области САПР. [e-mail: a.afanasev@ulstu.ru]. Контактный телефон: +79084796818, почтовый адрес: г. Ульяновск, ул. Пролетарская д. 39 кв. 4.

Область научных интересов: автоматизированные системы обучения, организация вычислительных процессов и структур ЭВМ, проектирование интеллектуальных систем, САПР, управление сложными потоками работ, диаграмматика графических языков.

Гульшин Владимир Александрович, к.т.н., начальник Центра подготовки и переподготовки персонала и специалистов инозаказчика, АО "Ульяновский механический завод", доцент кафедры "Радиотехника", Ульяновский государственный технический университет.

Имеет более 40 статей в области радиолокации, радионавигации, радиоэлектронной борьбы и противодействия. [e-mail: vgulshin@yandex.ru].

Контактный телефон: +79272722874, домашний адрес: 432042, г. Ульяновск, ул. Доватора д. 24 кв. 8. Служебный адрес: 432008, г. Ульяновск, Московское шоссе, 94.

Область научных интересов: разработка и исследование помехоустойчивых радиолокационных и радионавигационных систем.

Канев Дмитрий Сергеевич, аспирант, Ульяновский государственный технический университет. Имеет более 20 статей в области САПР. [e-mail: dima.kanev@gmail.com]. Контактный телефон: +79050352581, почтовый адрес: г. Ульяновск, ул. Отрадная д. 84 кв. 22.

Область научных интересов: разработка и внедрение программно-аппаратных платформ, способствующих поддержке, интенсификации и повышению вовлеченности обучающихся в образовательный процесс с помощью информационных технологий.

Войт Николай Николаевич, к.т.н., доцент кафедры "Вычислительная техника" Ульяновского государственного технического университета. Имеет более 114 научных статей в области интеллектуальные САПР, Case-, Cals-технологии. [e-mail: n.voit@ulstu.ru]. Контактный телефон: +79061476558, почтовый адрес: г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32. Область научных интересов: интеллектуальные системы разработки сложных автоматизированных систем, автоматизированные среды обучения, графические языки и грамматики.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Afanasyev Alexander, Ph.D., professor, Ulyanovsk State Technical University. Has more than 200 articles in the field of CAD. [E-mail: a.afanasev@ulstu.ru]. Contact phone: +79084796818, address: Ulyanovsk, ul. Proletarian 39 – 4.

Research interests: automated training system, the organization of computing processes and structures of computers, design of intelligent systems, CAD, management of complex workflows, diagrammatika graphical languages.

Gulshin Vladimir, Ph.D., head of the Center for training and retraining of staff and specialists of foreign customers, JSC "Ulyanovsk Mechanical Plant", an assistant professor of "Radio", Ulyanovsk State Technical University.

He has more than 40 articles in the field of radar, radio navigation, electronic warfare and countermeasures. [E-mail: vgulshin@yandex.ru].

Contact phone: +79272722874, address: 432042, Ulyanovsk, ul. Dovatora d. 24 sq. 8.

Research interests: development and research of error-correcting radar and navigation systems.

Kanev Dmitry, a graduate student, Ulyanovsk State Technical University. He has more than 20 articles in the field of CAD. [E-mail: dima.kanev@gmail.com]. Contact phone: +79050352581, address: 432054, Ulyanovsk, ul. Otravnaya 84 - 22.

Research interests: development and implementation of hardware and software platforms, contributing to support intensification and increase the involvement of students in the educational process with the help of information technology.

Voit Nicholas, Ph.D., assistant professor of "Computer Engineering" Ulyanovsk State Technical University. Has more than 114 scientific papers in the field of intelligent CAD Sase-, Sals technology. [e-mail: n.voit@ulstu.ru]. Contact phone: +79061476558, e-mail address: Ulyanovsk, ul. Venice of the North, 32. Research interests: intelligent system design of complex automated systems, automated learning environment, graphic language and grammar.