

УДК 623.54; 681.5; 004.421  
DOI: 10.22213/2410-9304-2019-3-55-66

### СТРЕЛКОВЫЙ ТРЕНАЖЕР «ИНГИБИТОР»: ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ОРУЖИЯ

*С. Ф. Егоров*, кандидат технических наук, доцент, Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН; ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

*Н. И. Осипов*, кандидат технических наук, Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН, Ижевск, Россия

*С. Р. Кизнерцев*, кандидат технических наук, Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН, Ижевск, Россия

*Цикл статей подробно описывает программное обеспечение тактического тренажера оптико-электронного для стрелкового оружия «Ингибитор», разработанного в Институте механики УдмФИЦ УрО РАН и на кафедре «Вычислительная техника» ИжГТУ имени М. Т. Калашникова совместно с ОАО «Концерн «Ижмаш».*

*Проведен обзор электронных стрелковых тренажеров широкого диапазона стоимости и функционального назначения, производящихся в России, таких как «Рубин», «Боец», «Профи» и т. д., и широко использующихся в структурах МВД, в школах, для подготовки спортсменов и охотников, и особенно уделено внимание тренажеру «1У35» для войсковых подразделений. Проанализирована возможность проводить теоретическое и практическое обучение по устройству оружия и правилам стрельбы.*

*Приводится тактико-техническое задание на разработку программного обеспечения изучения оружия и правил стрельбы (ПО обучения), описано содержание и алгоритм работы с программным обеспечением, структура базы данных и ее наполненность. Разработаны тестовые задания для проверки качества усвоенного материала как теоретического плана, так и практического (виртуальные системы сборки-разборки оружия).*

*Сделан вывод о перспективности дальнейших исследований и усовершенствовании электронных стрелковых тренажеров благодаря техническому развитию и удешевлению используемых компонент и доступности программных библиотек с целью повышения точности тренажеров, расширения функциональных возможностей, в том числе и программы обучения, снижения себестоимости и, значит, повышения конкурентоспособности.*

**Ключевые слова:** стрелковый тренажер, тактико-техническое задание, функциональная схема, программное обеспечение, обучение стрельбе, изучение оружия.

#### Введение

Разработка электронных стрелковых тренажеров (т. е. для ручного оружия и не использующих боеприпасы) или электронных мишеней (использующих боеприпасы) является актуальной задачей, т. к. производство любого вида стрелкового вооружения, согласно нормативным документам, требует и производства тренажера для привития навыков прицеливания и стрельбы, а также мишеней в качестве боевых тренажеров или испытательных стендов для совершенствования конструкции изделий [1–23]. Стрелковый тренажер может быть просто механической насадкой на боевое изделие, но электронные тренажеры или мишени, безусловно, обладают большими функциональными возможностями.

Стрелковый тренажер «Ингибитор» разрабатывался и модифицировался в Институте механики УдмФИЦ УрО РАН и на кафедре «Вычислительная техника» ИжГТУ имени М. Т. Калашникова совместно ОАО «Концерн «Ижмаш» с 2000 по 2010 год и был принят на вооружение под индексом 1У33 [24–29].

Целью данного цикла статей (ориентировочно 8–10 статей за 2019–2022 годы) является подробное описание программного обеспечения тактического тренажера оптико-электронного для стрелкового оружия «Ингибитор».

#### Обзор электронных стрелковых тренажеров

В России производится ряд электронных стрелковых тренажеров широкого диапазона функционального назначения и стоимости.

Семейство стрелковых тренажеров Армаком [URL: <http://www.inter-sim.ru> (дата обращения: 1.07.2019)] (рис. 1, а). «Боец» – для школ (в том числе ГТО), каждый имитатор (без отдачи) имеет электронно-оптический датчик (сенсорную насадку на стволе), который при направлении на мишень (электронно-механическую с ИК-излучателями на штативе) программно определяет и ведет точку прицеливания на мишени. «Профи» – интерактивный тренажер с имитацией отдачи для силовых структур (ПМ/ ПЯ, СВД, АК/РПК, РПГ-26/РПГ-7В) с упражнениями по курсу стрельб и тактическими 3D-сценариями для структур МВД, до 8 обучаемых, погрешность определения точки прицеливания  $\pm 1$  мм.

Тир ПРОФЕССИОНАЛ [URL: <https://www.tir-shop.ru/collection/komplekty> (дата обращения: 1.07.2019)] (рис. 1, б), лазерные (ИК-луч) имитаторы без отдачи с камерой-детектором точки прицеливания, конструктором упражнений и широким ассортиментом комплектации (от лазерных мишеней до интерактивных).

Оптические насадки «СКАТТ» [URL: <https://www.scatt.ru> (дата обращения: 1.07.2019)] (рис. 1, в), превращающие в тренажер любые типы боевого вооружения за счет лазерных насадок, ориентированы на спортсменов, с механическими мишенями, без теоретического курса обучения.

«Аналитический стрелковый тренажер» [URL: <http://tir.ru/?yclid=1957718948358944784> (дата обращения: 1.07.2019)], с проекционным экраном, с электромеханической имитацией отдачи, с универсальными лазерными насадками-детекторами, ориентирован на охотников, без теоретического курса обучения.

Стрелковый тренажер «ДроФа» [URL: <http://dry-fire.ru/> (дата обращения: 1.07.2019)] для стендовой стрельбы, использует личное оружие и включает лазерный патрон с триггером спускового крючка, широкоугольный проекционный экран и датчик лазерного луча, без теоретического курса обучения.

Лазерный стрелковый тренажер «Рубин» [URL: <http://www.lasertools.ru/products/trainer.html> (дата обращения: 1.07.2019)] (рис. 1, г), самый доступный в минимальной конфигурации, но без отдачи, включает дульный лазерный вкладыш и электронно-механические мишени. Есть интерактивная 3D-конфигурация («Патриот») с проекционным экраном и боевой электронный тир «БЛИК-ВТ» (регистрируется тепловой след от пули на резиновом многоразовом проекционном экране, точность определения координат выстрела  $\pm 1$  мм, вероятность пропуска выстрела или регистрации ложного выстрела  $< 0,01$  %, вероятность ошибки при определении достоинства выстрела  $< 1$  %). Присутствует теоретический 3D-курс изучения материальной части оружия и мер безопасности с контрольными вопросами.

Электронный тренажер «Лазер-СТ» [URL: [http://www.strike-game.ru/strike\\_16.html](http://www.strike-game.ru/strike_16.html) (дата обращения: 1.07.2019)] (рис. 1, д), без отдачи, детектор определения лазерного пятна с погрешностью  $\pm 1$  мм и упрощенной калибровкой, есть электронные учебники по оружию, ориентирован на ГТО.

Тир «ЭЛЕКТРОН» [URL: <https://e-shooter.ru/> (дата обращения: 1.07.2019)] включает в себя семейство электронных лазерных, пневматических и даже боевых интерактивных тиров: комплект СТАРТ – электронный тир с бумажными

мишенями, комплект ПРОФИ – интерактивный тир с проекционным экраном и беспроводными лазерными вкладышами-излучателями и детекторами. Без отдачи и без теоретического курса обучения оружию.

Войсковой профессиональный тактический тренажер 1У35М [URL: <http://cniitm.ru/catalog/shooting-simulators/> (дата обращения: 1.07.2019)] (рис. 1, е) предназначен для обучения приемам и правилам стрельбы из стрелкового оружия и гранатометов: автомата АК-74 (АК-74М) с подствольным гранатометом ГП-25, пулеметов РПК-74Н1, ПКМ, снайперской винтовки СВД с прицелом ПСО-1, гранатометов РПГ-7В с прицелом ПГО-7В и РПГ-26 с сохранением массогабаритных характеристик и 100%-й имитацией отдачи (пневмомеханическая схема с внешним креплением) и баллистики. Содержит программу «Обучение правилам стрельбы», которая позволяет научить стрелков правильному обращению с оружием в части овладения устойчивыми навыками в прицеливании: учету влияния всех возможных внешних условий, установке прицельного приспособления, выравниванию оружия – устранению сваливания, выбору точки прицеливания и т. д. Подробно описывается баллистика, но не содержится описания устройства всех типов поддерживаемых вооружений, порядок их сборки-разборки и правила обслуживания.

### **Программное обеспечение изучения оружия**

Программное обеспечение изучения оружия (или ПО ИЗОПР – изучения оружия и правил стрельбы, далее, для краткости, ПО обучения) тренажера оптико-электронного для стрелкового оружия (шифр «Ингибитор») должен обеспечивать, согласно ТТЗ МО РФ:

1) обучение и тренировку в классных условиях как одиночных стрелков, так и отделения в целом (до восьми обучаемых) в разведке целей, стрельбе (в том числе в горах и по воздушным целям) и управлении огнем отделения днем и ночью из стрелкового оружия: автомата (АК-74 с подствольным гранатометом ГП-25 3 шт., АКМ 2 шт.), ручного пулемета (РПК-74 2 шт.), пулемета Калашникова (ПКМ 1 шт.), снайперской винтовки Драгунова (СВД 2 шт.), ручного противотанкового гранатомета (РПГ-7 и РПГ-26 по 1 шт.), противотанкового комплекса 9К115 (1 шт.), пистолета Макарова (ПМ 8 шт.) без расхода боеприпасов с оптическими и ночными прицелами согласно наставлениям;

2) изучение правил стрельбы из вышеперечисленных видов оружия с прицелами согласно

наставлениям (мультимедийные оцифрованные наставления с видеофрагментами).

Обобщенная функциональная блок-схема ПО тренажера «Ингибитор» представлена на рис. 2 [30].



а – Армаком «Боец»



б – «Профессионал»



в – СКАТТ



г – «Рубин»



д – «Лазер-СТ»



е – 1Y35M

Рис. 1. Отечественные электронные стрелковые тренажеры: а – Армаком «Боец»; б – «Профессионал»; в – СКАТТ; г – «Рубин»; д – «Лазер-СТ»; е – 1Y35M

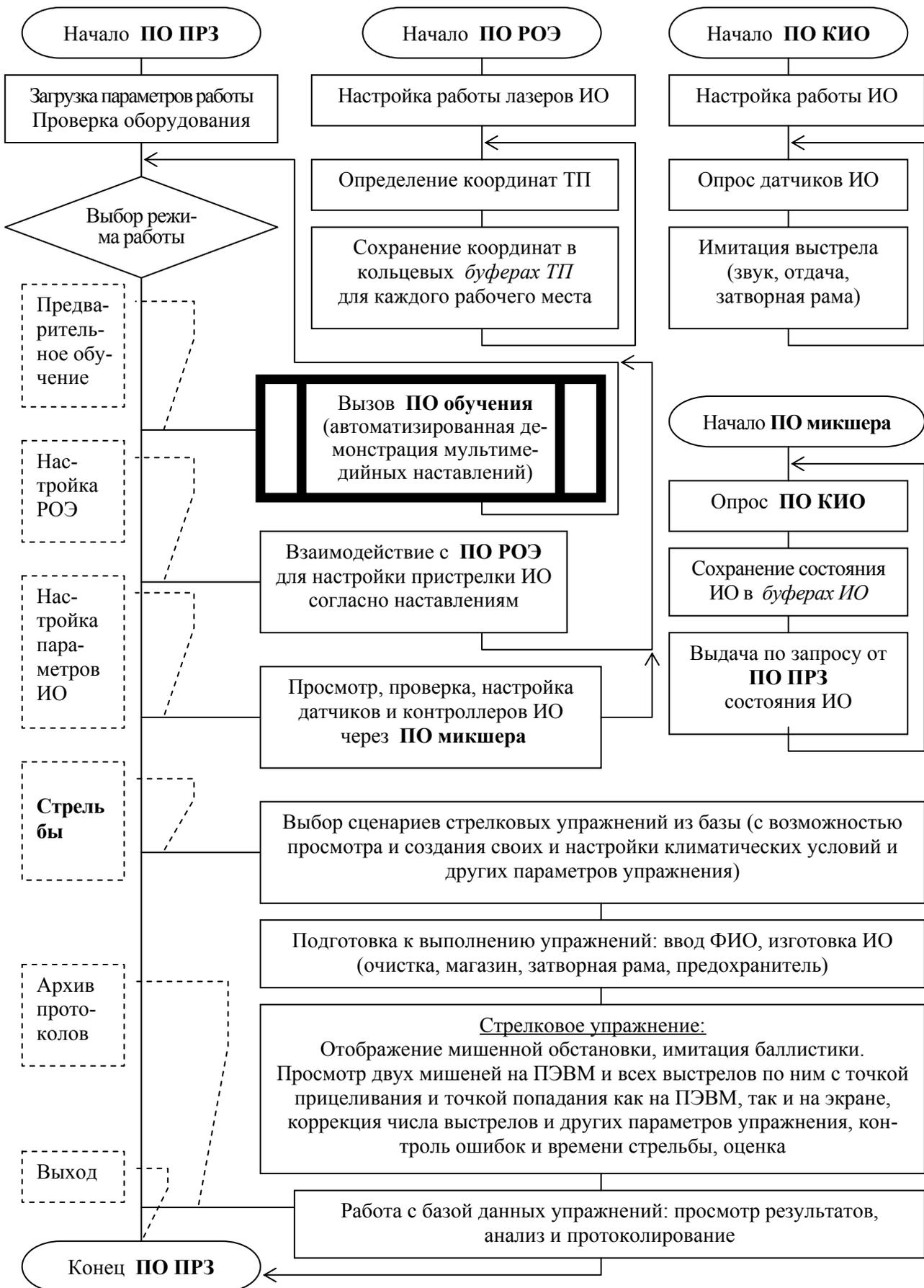


Рис. 2. Блок-схема алгоритма работы ПО тренажера

ПО обучения вызывается из основного меню ПО тренажера (или ПРЗ – пульта руководителя занятий, рис. 3 – пункт меню «предварительной обучение»), но т. к. является самостоятельным и независимым ПО, может вызываться и с помощью своей иконки на рабочем столе или из меню папки файлов.

ПО обучения разработано в системе программирования Borland C++ Builder v. 4.0 на

проблемно ориентированном языке программирования С++ и требует для работы BDE не ниже 5.0 и версии Windows не выше XP. Для полноценного воспроизведения видео необходимо наличие установленного программного видеокodeка Intel Indeo v. 3.2. В процессе функционирования ПО воспроизводит видеофайлы «\*.avi», сжатые этим кодеком, звуковые файлы «\*.wav» формата mono 24 кГц×16 бит.

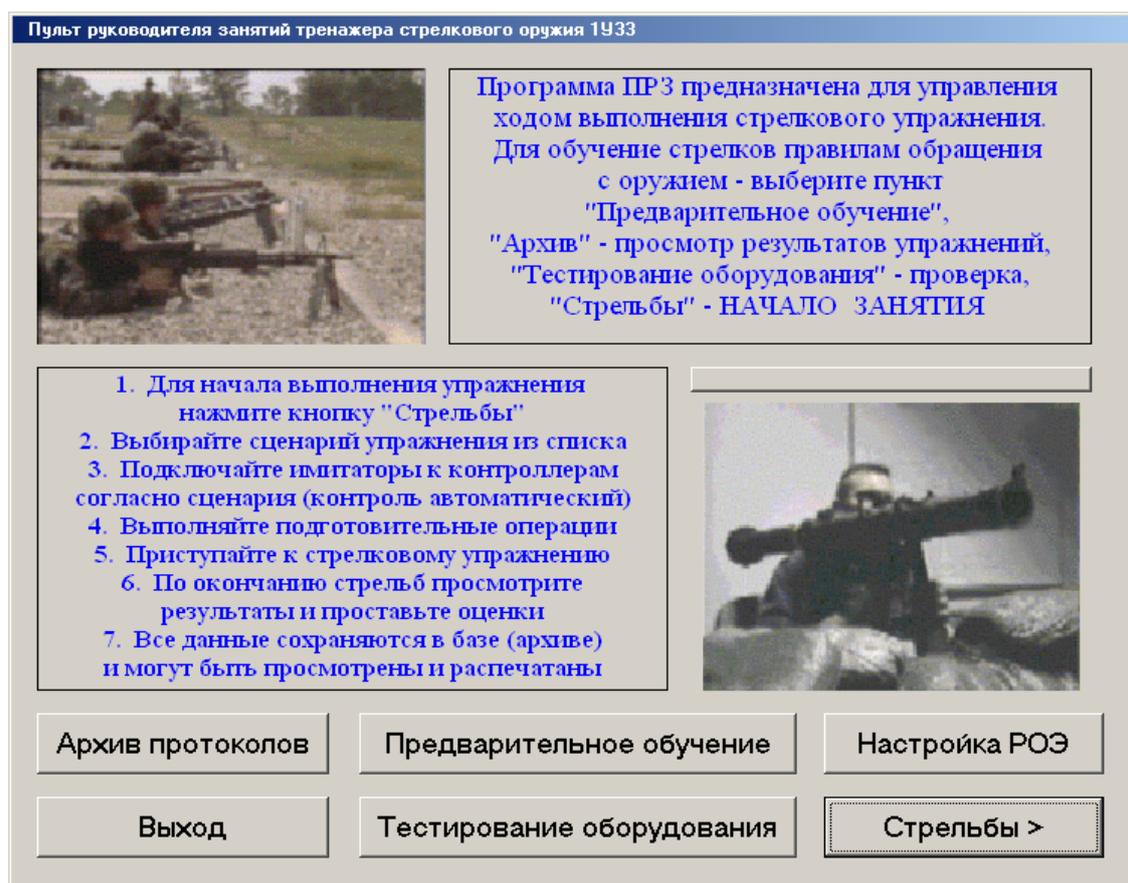


Рис. 3. Вызов ПО обучения из ПО ПРЗ по кнопке «Предварительное обучение»

После загрузки ПО изучения оружия предлагается выбрать режим работы «Автоматический» (когда учебный материал меняется автоматически, но с возможностью поставить на паузу) или «Полуавтоматический» (смена страниц по указанию руководителя) и выключить звуковое сопровождение (текст диктора).

Разделы обучающих материалов включают в себя (рис. 4):

1. Общие сведения стрельбы:
  - a. Сведения из внутренней баллистики.
  - b. Сведения из внешней баллистики.
  - c. Меткость стрельбы.
  - d. Мера измерения углов.
2. Стрелковое оружие АК-74:
  - a. Материальная часть.

- i. Общие сведения.
  - ii. Сборка и разборка.
  - iii. Назначение частей, уход за оружием.
  - iv. Осмотр и подготовка к стрельбе.
- b. Приемы и правила стрельбы.

Пункт 2 раздела повторяется для всех видов вооружения из ТТЗ. Содержание разделов полностью соответствует наставлениям на соответствующие виды вооружений (в том числе с учетом ночных прицелов).

При выборе темы обучения запускается окно «Обучение: ...» с кнопками навигации и полями для вывода текстовой информации (вся она озвучена диктором, и текущий абзац помечается синим цветом) и мультимедийной информацией: видеофрагментами и изображениями, поясняющими текст (рис. 5).

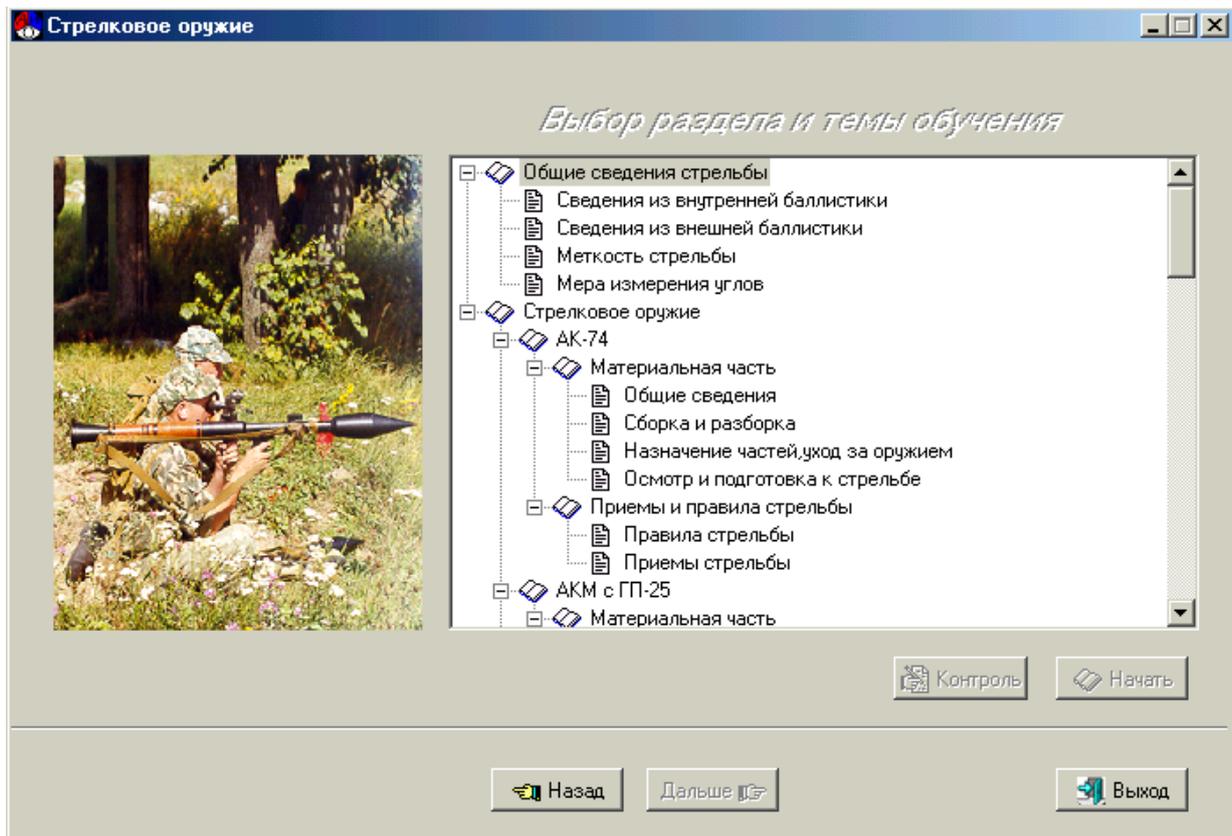


Рис. 4. Выбор раздела и темы обучения ПО обучения

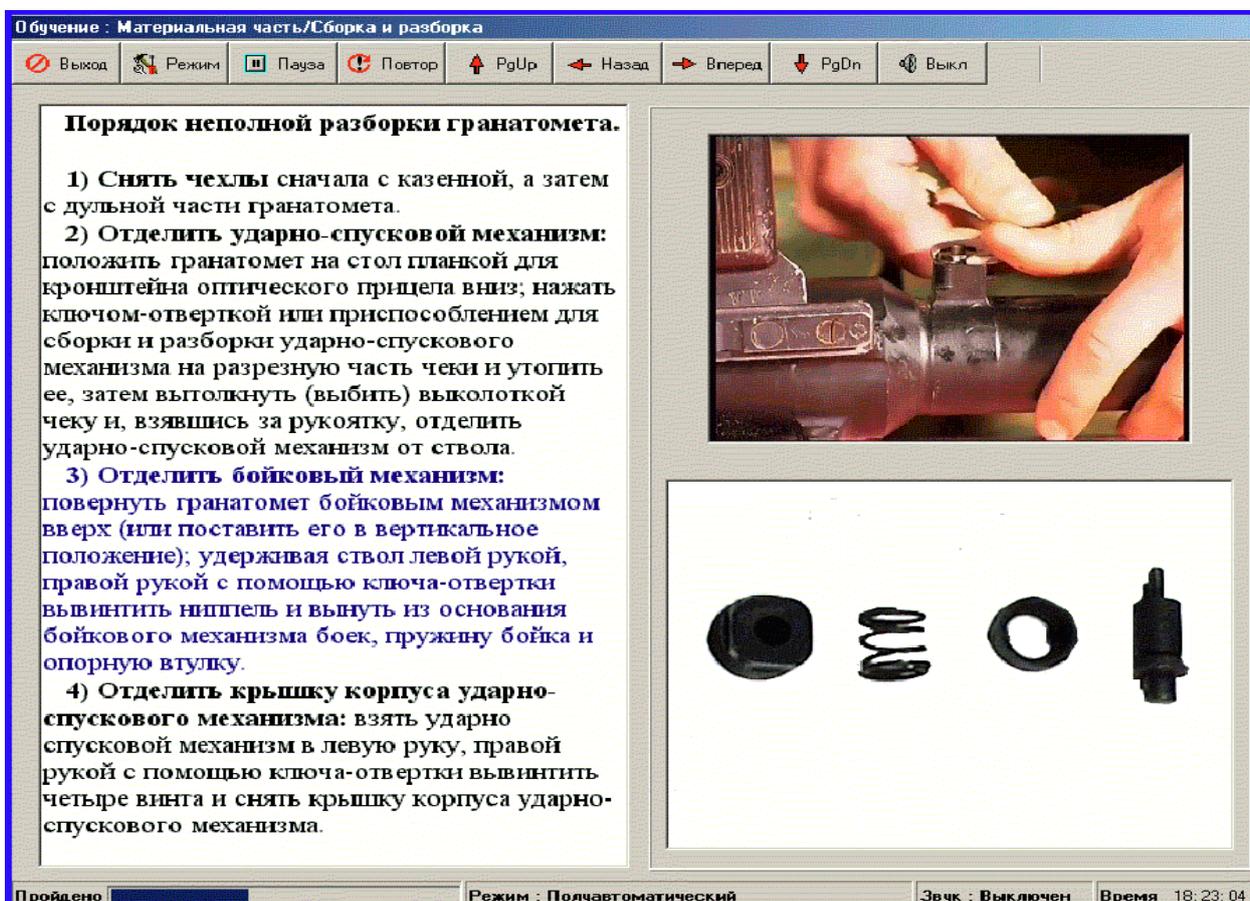


Рис. 5. Примеры содержания тем обучения (окончание на стр. 61)

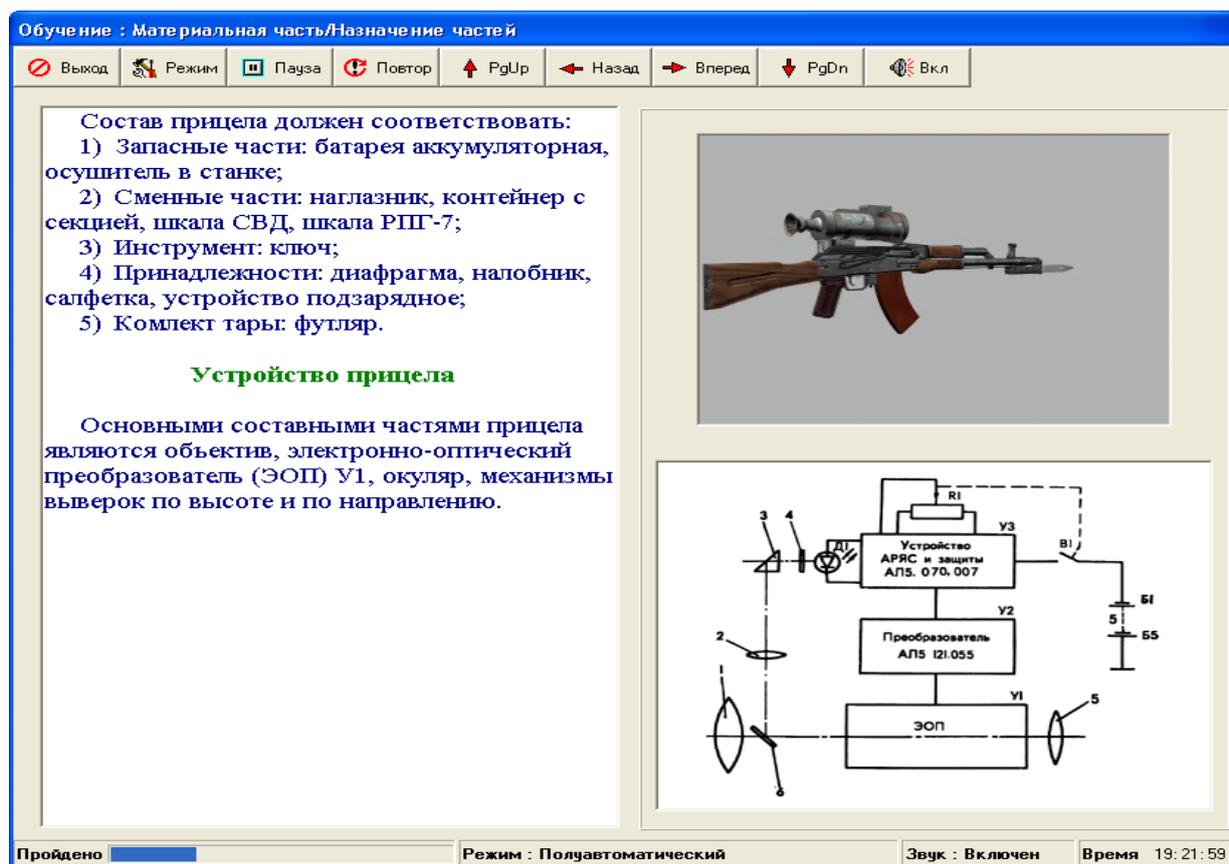
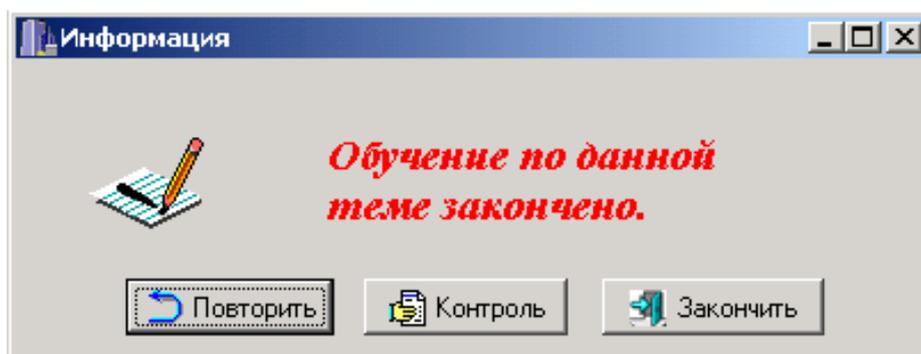


Рис. 5. Окончание (начало на с. 60)

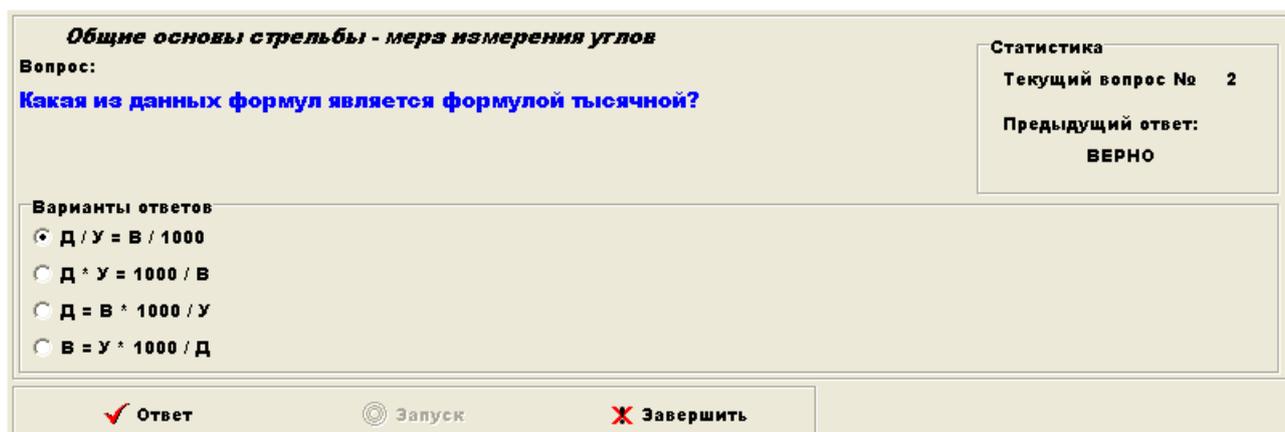
Зачитывание текста и подготовка видеофрагментов осуществлена в Тульском высшем артиллерийском инженерном училище расширенным коллективом разработчиков (в том числе и авторами).

В конце темы обучения имеется возможность провести контроль усвоенных знаний через теоретическое тестирование (вопросы с 4-я вариантами ответа) или практическое (виртуальная сборка-разборка оружия) с фиксацией ошибок и выставлением оценки (рис. 6).

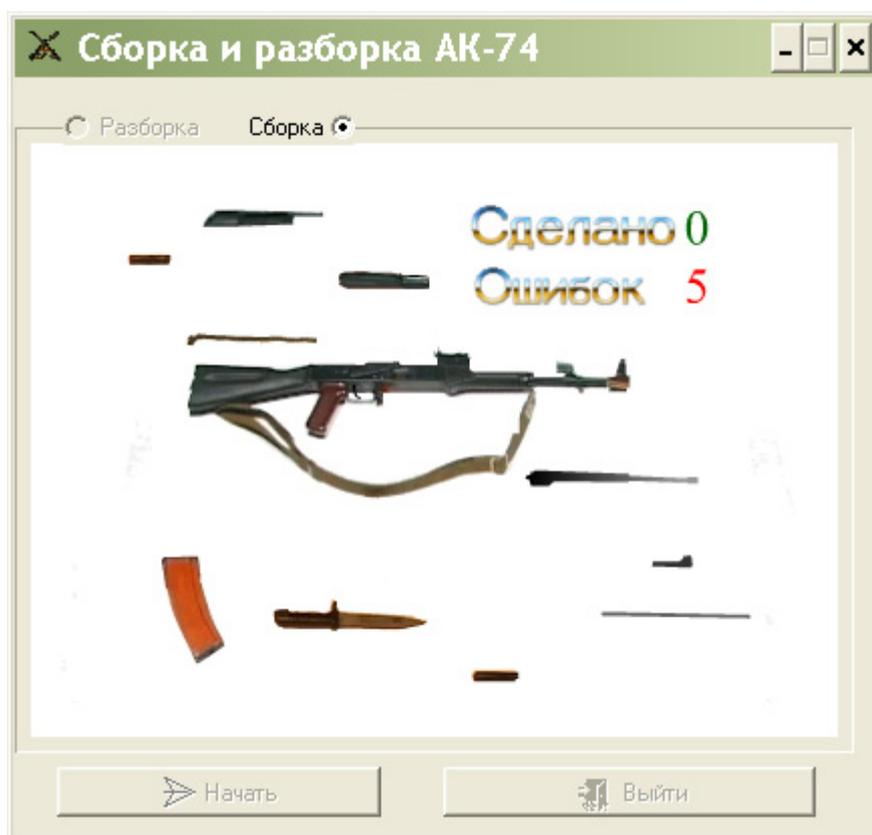


а

Рис. 6. Контроль усвоенных знаний (а) через тестирование (б) и виртуальность (в) (окончание на с. 62)



6



6

Рис. 6. Окончание (начало на с. 61)

Структура данных ПО изучения оружия представляет собой стандартные файлы базы данных (17 файлов «\*.db», 345 Мб) с текстовой информацией и ссылками на видеотрегменты (207 файлов «\*.avi», 1.43 Гб), аудиоданные (961 файл «\*.wav», 938 Мб) и на программы тестирования (21 файл «\*.exe», 33 Мб).

Также ПО обучения включает независимые учебные видеопленки (оцифрованные с киноплёнки):

1. «Горно-учебный центр».
2. «Отделение в наступлении».
3. «Отделение в обороне».
4. «Наступление мотострелкового батальона на БМП в горно-пустынной местности».
5. «Организация и ведение боя в городе».
6. «Разведка».
7. «Стрельба артиллерии в горах».

Структура базы данных (БД) и блок-схема работы ПО обучения представлены на рис. 7.

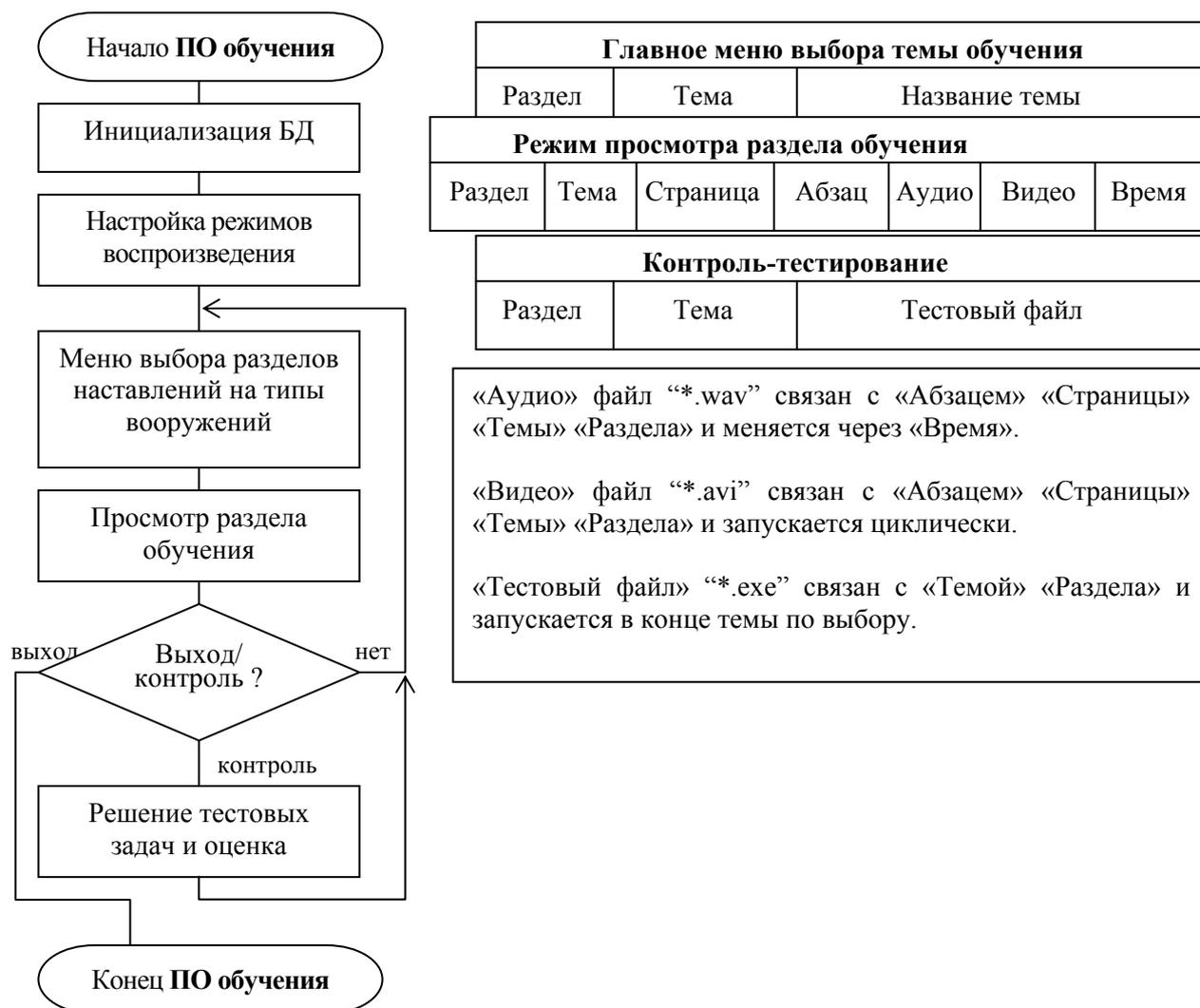


Рис. 7. Блок-схема ПО обучения и структура полей базы данных

### Выводы

Анализ ПО изучения оружия (ПО обучения), являющегося составной частью ПО тренажера, которое автоматизирует процесс теоретического группового изучения оружия и правил стрельбы, снабжено видеофрагментами, подробно поясняющими правила стрельбы и устройство оружия, а также этапы сборки-разборки, и обладает тестовыми функциями, показал:

1. Существующие аналогичные стрелковые тренажеры слабо снабжены теоретическими обучающими материалами.

2. ПО обучения возможно использовать как на персональных рабочих местах, так и в режиме группового обучения на проекторе.

3. ПО обучения возможно запустить только на операционной системе не старше Windows XP, но современные средства виртуализации позволяют обойти данное ограничение.

4. Базу обучаемых материалов можно использовать и независимо от программы воспроизведения, адаптировав ПО обучения для разнообразных программных платформ.

изведения, адаптировав ПО обучения для разнообразных программных платформ.

5. Представленный обучающий материал не потерял актуальности и представляет интерес для широкого использования.

Таким образом, показана актуальность дальнейшего усовершенствования и широкого использования электронных стрелковых тренажеров, в том числе для теоретического изучения оружия и правил стрельбы, особенно благодаря высокой эффективности и гибкости в подготовке личного состава, а также наглядности и безопасности.

### Библиографические ссылки

1. Martono K. T., Nurhayati O. D. Shooting Simulator System Design Based on Augmented Reality // 3rd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) Semarang, INDONESIA. 2016, pp. 377-382.

2. Bogatinov D., Lameski P., Trajkovik V. Firearms training simulator based on low cost motion

tracking sensor // MULTIMEDIA TOOLS AND APPLICATIONS. 2017, vol. 76, no. 1, pp. 1403-1418.

3. *Gudzbeler G., Struniawski J.* Functional assumptions of "Virtual system to improve shooting training and intervention tactics of services responsible for security" (VirtPol) // Conference on Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments (Wilga, POLAND). 2017, vol. 10445, no. UNSP 104456M.

4. *Gudzbeler G., Struniawski J.* Methodology of shooting training using modern IT techniques // Conference on Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments (Wilga, POLAND). 2017, vol. 10445, no. UNSP 104456L.

5. *Liu Y., Wei P., Ke J.* Algorithm Design For A Gun Simulator Based On Image Processing // International Conference on Optical Instruments and Technology - Optoelectronic Imaging and Processing Technology (Beijing). 2015, vol. 9622, no. 962200.

6. *Kingkangwan K., Chalainanont N., Kumsap C.* Gun Identification using Image Synchronization for DTI's Virtual Shooting Range // 2nd Asian Conference on Defence Technology (ACDT) Chiang Mai, THAILAND. 2016, pp. 32-35.

7. *Jedrasiak K., Daniec K., Sobel D.* The Concept of Development and Test Results of the Multimedia Shooting Detection System // Future Technologies Conference (FTC) San Francisco. 2016, pp. 1057-1064.

8. *Brown A.* Modeling and simulating the dynamics of the "Death Star" shotgun target // SPORTS ENGINEERING. 2017, vol. 20, no. 1, pp. 17-27.

9. *Галаган Л. А., Сахратов Р. Ю., Чирков Д. В.* Эволюция дульных газовых устройств автоматов серии «АК» // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2018. Т. 21, № 3. С. 44–50. DOI: 10.22213/2413-1172-2018-3-44-50.

10. *Галаган Л. А., Сахратов Р. Ю.* Обоснование назначенных технических параметров автомата АК-47 // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2018. Т. 21, № 3. С. 51–58. DOI: 10.22213/2413-1172-2018-3-51-58.

11. *Чирков Д. В., Галаган Л. А., Сахратов Р. Ю.* Математическая модель исследования свободного движения оружия на примере автоматов Калашникова // Интеллектуальные системы в производстве. 2018. Т. 16, № 3. С. 35–41. DOI: 10.22213/2410-9304-2018-3-35-41.

12. *Алексеев С. А.* Системный подход к проектированию стрелково-пушечного вооружения // Интеллектуальные системы в производстве. 2018. Т. 16, № 4. С. 4–10. DOI: 10.22213/2410-9304-2018-4-4-10.

13. *Писарев С. А., Фархетдинов Р. Р., Минибаяев Р. В.* Анализ существующих образцов охотничьего стрелкового оружия модульной конструкции // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2017. Т. 20, № 3. С. 7–9. DOI: 10.22213/2413-1172-2017-3-7-9.

14. *Егоров С. Ф.* Эволюция электронных акустических мишеней: исследование дозвуковых математических моделей // Интеллектуальные системы в

производстве. 2018. Т. 16, № 3. С. 42–51. DOI: 10.22213/2410-9304-2018-3-42-51.

15. Эволюция электронных акустических мишеней: исследование сверхзвуковых математических моделей / С. Ф. Егоров, В. С. Казаков, В. А. Афанасьев, И. Г. Корнилов, И. В. Коробейникова // Интеллектуальные системы в производстве. 2017. Т. 15, № 2. С. 86–93. DOI: 10.22213/2410-9304-2017-2-86-93.

16. *Егоров С. Ф.* Оптимизация расположения акустических датчиков в плоскости электронной мишени // Интеллектуальные системы в производстве. 2018. Т. 16, № 2. – С. 62–68. DOI: 10.22213/2410-9304-2018-2-62-68.

17. *Вдовин А. Ю., Покушев А. Н., Максимова А. В.* Создание на основе звуковой платы имитатора сигналов датчиков системы для оценки параметров движения механизмов стрелкового оружия // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2018. № 1. С. 67–71.

18. *Вдовин А. Ю., Марков Е. М., Корнилов И. Г.* Современная автоматизированная система для оценки скорости перемещения затвора стрелкового оружия // Интеллектуальные системы в производстве. 2017. Т. 15, № 3. С. 82–87. DOI: 10.22213/2410-9304-2017-3-82-87.

19. Исследование лазерных экранов электронных оптических мишеней / С. Ф. Егоров, А. Ю. Вдовин, Е. М. Марков, Т. Е. Шелковникова // Интеллектуальные системы в производстве. 2017. Т. 15, № 4. С. 21–28. DOI: 10.22213/2410-9304-2017-4-21-28

20. *Селетков С. Г.* Анализ решений задач промежуточной баллистики // Интеллектуальные системы в производстве. 2017. Т. 15, № 1. С. 82–84. DOI: 10.22213/2410-9304-2017-1-82-84.

21. *Селетков С. Г.* Законы развития техники и совершенствование устройств ствольного оружия // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2018. Т. 21, № 3. С. 4–8. DOI: 10.22213/2413-1172-2018-3-4-8.

22. *Егоров С. Ф., Коробейникова И. В.* Повышение точности акустической мишени за счет использования взвешенных моментов времени // Интеллектуальные системы в производстве. 2014. № 2 (24). С. 105–108.

23. *Шелковников Ю. К., Осипов Н. И., Кизнерцев С. Р.* Стрелковый тренажер на основе телевизионного сканистора // Интеллектуальные системы в производстве. 2015. № 1 (25). С. 128–132.

24. *Егоров С. Ф., Казаков В. С.* История создания оптико-электронного стрелкового тренажера «Ингибитор» // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб-к тр. регион. науч.-техн. очно-заочной конф. / науч. ред. В. А. Куликов. Ижевск, 2016. С. 134–142.

25. Оптико-электронные стрелковые тренажеры. Теория и практика / В. С. Казаков, Ю. В. Веркиенко, В. В. Коробейников, Н. Ю. Афанасьева. Ижевск : ИПМ УрО РАН, 2007. 260 с.

26. Исследование оптико-электронных регистраторов точки прицеливания стрелковых тренажеров / С. Ф. Егоров, Ю. К. Шелковников, Н. И. Осипов,

С. Р. Кизнерцев, А. А. Метелева // Проблемы механики и материаловедения : труды Института механики УрО РАН. Ижевск, 2017. С. 227–248.

27. Смирнов А. А. Разработка методик и алгоритмов имитации местности и мишенной обстановки в стрелковых тренажерах : дис. ... канд. техн. наук. Ижевск, 2001. 148 с.

28. Корнилов И. Г. Подсистема визуализации целей, имитации выстрела и определения точки попадания в стрелковом тренажере : дис. ... канд. техн. наук. Ижевск, 2006. 128 с.

29. Тренажер оптико-электронный для стрелкового оружия / Ю. В. Веркиенко, В. С. Казаков, В. В. Коробейников, С. Ф. Егоров, С. В. Казаков // Вестник академии военных наук. 2008, № 4. С. 84–89.

30. Егоров С. Ф. Стрелковый тренажер «Ингибитор»: функциональная схема программного обеспечения // Интеллектуальные системы в производстве. 2019. Т. 17, № 2. С. 19–29. DOI: 10.22213/2410-9304-2019-2-19-29.

### References

1. Martono K.T., Nurhayati O.D. Shooting Simulator System Design Based on Augmented Reality. In 3rd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) Semarang, INDONESIA. 2016, pp. 377-382.

2. Bogatinov D., Lameski P., Trajkovic V. Firearms training simulator based on low cost motion tracking sensor. In MULTIMEDIA TOOLS AND APPLICATIONS. 2017, vol. 76, no. 1, pp. 1403-1418.

3. Gudzbeler G., Struniawski J. Functional assumptions of "Virtual system to improve shooting training and intervention tactics of services responsible for security" (VirtPol). In Conference on Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments (Wilga, POLAND). 2017, vol. 10445, no. UNSP 104456M.

4. Gudzbeler G., Struniawski J. Methodology of shooting training using modern IT techniques. In Conference on Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments (Wilga, POLAND). 2017, vol. 10445, no. UNSP 104456L.

5. Liu Y., Wei P., Ke J. Algorithm Design For A Gun Simulator Based On Image Processing. In International Conference on Optical Instruments and Technology - Optoelectronic Imaging and Processing Technology (Beijing). 2015, vol. 9622, no. 962200.

6. Kingkangwan K., Chalainanont N., Kumsap C. Gun Identification using Image Synchronization for DTI's Virtual Shooting Range. In 2nd Asian Conference on Defence Technology (ACDT) Chiang Mai, THAILAND. 2016, pp. 32-35.

7. Jedrasiak K., Daniec K., Sobel D. The Concept of Development and Test Results of the Multimedia Shooting Detection System. In Future Technologies Conference (FTC) San Francisco. 2016, pp. 1057-1064.

8. Brown A. Modeling and simulating the dynamics of the "Death Star" shotgun target. In SPORTS ENGINEERING. 2017, vol. 20, no. 1, pp. 17-27.

9. Galagan L.A., Sakhratov R.Yu., Chirkov D.V. [Evolution of muzzle gas devices of automatic machines of a series of "AK"]. *Vestnik IzhGTU imeni M. T. Kalashnikova*, 2018, vol. 21, no. 3, pp. 44-50 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2018-3-44-50.

10. Galagan L.A., Sakhratov R.Yu. [Justification of the appointed technical parameters of an AK-47 assault rifle]. *Vestnik IzhGTU imeni M. T. Kalashnikova*, 2018, vol. 21, no. 3, pp. 51-58 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2018-3-51-58.

11. Chirkov D.V., Galagan L.A., Sakhratov R.Yu. [Mathematical model of a research of the free movement of weapon on the example of Kalashnikovs]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2018, vol. 16, no. 3, pp. 35-41 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2018-3-35-41.

12. Alekseev S.A. [System approach to design of shooting and gun arms]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2018, vol. 16, no. 4, pp. 4–10 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2018-4-4-10.

13. Pisarev S.A., Farkhetdinov R.R., Minibaev R.V. [The analysis of the existing samples of hunting small arms of a modular design]. *Vestnik IzhGTU imeni M. T. Kalashnikova*, 2017, vol. 20, no. 3, pp. 7-9 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2017-3-7-9.

14. Egorov S.F. [Evolution of electronic acoustic targets: research of subsonic mathematical models]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2018, vol. 16, no. 3, pp. 42-51 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2017-2-86-93.

15. Egorov S.F., Kazakov V.S., Afanasyev V.A., Kornilov I.G., Korobeynikova I.V. [Evolution of electronic acoustic targets: research of supersonic mathematical models]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2017, vol. 15, no. 2, pp. 86-93 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2017-2-86-93.

16. Egorov S.F. [Optimization of the arrangement of acoustic sensors in the plane of the electronic target]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2018, vol. 16, no. 2, pp. 62-68 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2018-2-62-68.

17. Vdovin A.Yu., Pokushev A.N., Maksimova A.V. [Creation on the basis of a sound card the simulator of signals of sensors of a system for assessment of parameters of the movement of mechanisms of small arms]. *Informatsionnye tekhnologii. Problemy i resheniya*, 2018, no. 1, pp. 67-71 (in Russ.).

18. Vdovin A.Yu., Markov E.M., Kornilov I.G. [The modern automated system for assessment of speed of movement of a lock of small arms]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2017, vol. 15, no. 3, pp. 82-87 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2017-3-82-87.

19. Egorov S.F., Vdovin A.Yu., Markov E.M., Shelkovnikova T.E. [Research of laser screens of electronic optical targets]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2017, vol. 15, no. 4, pp. 21-28 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2017-4-21-28

20. Seletkov S.G. [Analysis of solutions of problems of intermediate ballistics]. *Intellektual'nye sistemy*

*v proizvodstve*, 2017, vol. 15, no. 2, pp. 82-84 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2017-1-82-84.

21. Seletkov S.G. [Laws of development of technology and improvement of devices of a barreled weapon]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*. 2018, vol. 21, no. 3. pp. 4-8 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2018-3-4-8.

22. Egorov S.F., Korobeynikova I.V. [Increase in accuracy of an acoustic target due to use of the weighed timepoints]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2014, no. 2, pp. 105-108 (in Russ.).

23. Shelkovnikov Yu.K., Osipov N.I., Kiznertsev S.R. [The shooting exercise machine on the basis of the television scanistor]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2015, no. 1, pp. 128-132 (in Russ.).

24. Egorov S.F., Kazakov V.S. *Istoriya sozdaniya optiko-elektronного strelkovogo trenazhera «Inhibitor»* [History of creation of the optical-electronic shooting "Inhibitor" exercise machine]. *Informatsionnye tekhnologii v nauke, promyshlennosti i obrazovanii. Sbornik trudov reg-oi nauchno-tekhnicheskoi ochno-zaochnoi konf.* [Proc. Information technologies in science, the industry and education. Collection of works regional scientific and technical intramural and extramural conf.] (ed. Kulikov V.A.). Izhevsk, 2016, pp. 134-142 (in Russ.).

25. Kazakov V.S., Verkienko Yu.V., Korobeynikov V.V., Afanas'eva N.Yu. *Optiko-elektronnye strelkovye trenazhery. Teoriya i praktika* [Optical-electronic shooting exercise machines. Theory and practice]. Izhevsk, Institute of mechanics UB RAS, 2007, 260 p. (in Russ.).

26. Egorov S.F., Shelkovnikov Yu.K., Osipov N.I., Kiznertsev S.R., Meteleva A.A. *Issledovanie optiko-elektronnykh registratorov tochki pritselivaniya strelkovykh trenazherov* [Research of optical-electronic registrars of an aiming mark of shooting exercise machines]. *Problemy mekhaniki i materialovedeniya. Trudy Instituta mekhaniki UrO RAN* [Proc. Problems of mechanics and materials science. Works of Institute of mechanics UB RAS]. Izhevsk, 2017, pp. 227-248 (in Russ.).

27. Smirnov A.A. *Razrabotka metodiki i algoritmov imitatsii mestnosti i mishennoi obstanovki v strelkovykh trenazherakh* [Development of a technique and algorithms of imitation of the area and target situation in shooting exercise machines]: PhD thesis. Izhevsk, 2001, 148 p. (in Russ.).

28. Kornilov I.G. *Podsystema vizualizatsii tselei, imitatsii vystrela i opredeleniya tochki popadaniya v strelkovom trenazhere* [The subsystem of visualization is more whole, imitations of a shot and definition of a point of hit in the shooting exercise machine]: PhD thesis. Izhevsk, 2006, 128 p. (in Russ.).

29. Verkienko Yu.V., Kazakov V.S., Korobeynikov V.V., Egorov S.F., Kazakov S.V. [The exercise machine optical-electronic for small arms]. *Vestnik akademii voennykh nauk*, 2008, no. 4, pp. 84-89 (in Russ.).

30. Egorov S.F. [Shooting simulator «Inhibitor»: functional diagram of the software]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2019, vol. 17, no. 2, pp. 19-29 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2019-2-19-29

\*\*\*

### Shooting Simulator «Inhibitor»: Software for Weapon Studying

S. F. Egorov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU; Udmurt Federal Research Center (Institute of Mechanics), Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russia

N. I. Osipov, PhD in Engineering, Udmurt Federal Research Center (Institute of Mechanics), Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russia

S. R. Kiznertsev, PhD in Engineering, Udmurt Federal Research Center (Institute of Mechanics), Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russia

*The number of papers describes in detail the software for the optical-electronic tactical exercise machine for small arms "Inhibitor" developed at the Institute of Mechanics UdmFRC UB RAS and at Computer facilities department of Kalashnikov ISTU jointly with OJSC «Izhmash» Concern».*

*The review is presented for electronic shooting exercise machines of a wide range of cost and functional purpose which are manufactured in Russia, such as "Rubin", "Fighter", "Pro", etc. and widely used in structures of the Ministry of Internal Affairs, at schools for athletes and hunters training; the special attention is paid to the IU35 exercise machine for army divisions. The opportunity to carry out theoretical and practical training of the weapon structure and firing rules is analyzed.*

*The tactical specification on software development for studying the weapon and firing rules (training software) is provided, contents and the algorithm of work with the software, a database structure and its fullness are described. Test tasks are developed to check the quality of the acquired material of both the theoretical plan, and practical one (the virtual systems of weapon assembly-disassembly).*

*The conclusion is drawn on prospects of further researches and improvement of electronic shooting exercise machines thanks to technical development and cost reduction of the applied components and availability of program libraries in order to increase the accuracy of exercise machines, and expand the functionality including training programs, cost reduction and, therefore, increase in competitiveness.*

**Keywords:** shooting exercise machine (shooting simulator), tactical specification, functional diagram, software, training in firing, studying of weapon.

Получено: 03.06.19