

19. Vazaev A.V., Noskov V.P., Rubtsov I.V., Tsarichenko S.G. Kompleksirovannaya STZ v sisteme upravleniya pozharnogo robota [Complexional STZ in the fire control system of the robot], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2017, No. 1 (186), pp. 121-132.
20. Vazaev A.V., Noskov V.P., Rubtsov I.V. Neyrosetevoy modul' vybora etalonov dlya raspoznavaniya tipov opornoj poverkhnosti [Neural network module for selecting standards for recognizing types of reference surfaces], *Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya: Mater.XIV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i X molodezhnoy shkoly-seminara «Upravlenie i obrabotka informatsii v tekhnicheskikh sistemakh»* [Perspective systems and management tasks: Materials of the XIV all-Russian scientific and practical conference and the X youth school-seminar "Management and processing of information in technical systems"]. Rostov-on-Don; Taganrog: Izd-vo YuFU, 2019, pp. 29-33.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор М.Ю. Медведев.

**Ким Николай Владимирович** – Московский авиационный институт; e-mail: Nkim2011@list.ru; 125993, Москва, Волоколамское шоссе, 4; тел.: +79037208924; к.т.н.; профессор.

**Носков Владимир Петрович** – Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана; e-mail: noskov\_mstu@mail.ru; 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5; тел.: +79166766057; кафедра специальной робототехника и мехатроники; к.т.н.; доцент; НИИ Специального машиностроения; зав. сектором.

**Рубцов Иван Васильевич** – e-mail: noskov\_mstu@mail.ru; тел.: 84992636019; кафедра специальной робототехника и мехатроники; к.т.н.; доцент; НИИ Специального машиностроения; начальник отдела.

**Аникин Виктор Андреевич** – АО «Камов»; e-mail: rb@kamov.ru; 140070, Московская область, Люберецкий р-н, пос. Томилино, ул. Гаршина, 26/1; тел.: +74959944640; д.т.н.; гл. конструктор.

**Kim Nikolay Vkadimirovich** – Moscow Aviation Institute; e-mail: Nkim2011@list.ru; 4, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125993, Russia; phone: +79037208924; cand. of eng. sc.; professor.

**Noskov Vladimir Petrovich** – Bauman Moscow State Technical University; e-mail: noskov\_mstu@mail.ru; 5, 2nd Baumanskaya street, Moscow, 105005, Russia; phone: +79166766057; the department of special robotics and mechatronics; cand. of eng. sc.; associate professor; NIISM; sector head.

**Rubtsov Ivan Vasil'evich** – e-mail: noskov\_mstu@mail.ru; phone: +74992636019; the department of special robotics and mechatronics; cand. of eng. sc.; associate professor; NIISM; head of department.

**Anikin Viktor Andreevich** – Kamov Design Bureau; e-mail: rb@kamov.ru; 26/1, Garshin street, Tomilino, Lyubertsy district Moscow region, 140070, Russia; phone: +74959944640; dr. of eng. sc.; chief designer.

УДК 007:621.865.8

DOI 10.18522/2311-3103-2020-1-25-39

**А.И. Наговицин, С.Н. Пестерев, Б.Б. Молоткова, И.В.Аксенов**

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ С ЭЛЕМЕНТАМИ  
ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ  
РАКЕТНЫХ ВОЙСК И АРТИЛЛЕРИИ, ПРИМЕНЯЮЩИХ  
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Представлены задачи, решаемые перспективными РТК ВН в интересах РВиА. Сформулирован вывод о том, что проблема подготовки и повышения качества знаний специалистов РВиА применяющих робототехнические комплексы военного назначения остается одной из актуальных проблем высшего военно-профессионального образования и приобретает новые*

*аспекты рассмотрения. Показано, что одним из эффективных путей решения проблемы подготовки и повышения качества знаний специалистов РВиА является разработка и внедрение в образовательный процесс компьютерных обучающих систем с элементами виртуальной реальности и 3D визуализации изучаемых образцов техники и вооружения. Кратко изложены основные возможности, разработанной в Михайловской военной артиллерийской академии используемой в образовательном процессе компьютерной информационно-справочной системы «Компендиум РВиА». Приведены предварительные результаты проводимого педагогического эксперимента с применением «Компендиума РВиА», отмечены основные факторы, повышающие эффективность образовательного процесса. На основе результатов педагогического эксперимента сделан обоснованный вывод, что применение КИСС «Компендиум РВиА» позволяет повысить эффективность обучения, уменьшить сроки освоения техники, т.е. более эффективно использовать учебное время и как результат – сократить стоимость подготовки специалистов и количество моторесурсов.*

*Ракетные войска и артиллерия; робототехнический комплекс военного назначения; беспилотный летательный аппарат; ракетно-артиллерийское вооружение; обучающая система; эффективность обучения; педагогический эксперимент; военно-профессиональное образование; профессиональная компетенция; современные информационные технологии; виртуальная реальность; компендиум; информационно-справочная система; автоматизированный обучающий комплекс.*

**A.I. Nagovitsin, S.N. Pesterev, B.B. Molotkova, I.V. Aksenov**

#### **EXPERIENCE IN USING TRAINING SYSTEMS WITH VIRTUAL REALITY ELEMENTS FOR TRAINING SPECIALISTS OF MISSILE FORCES AND ARTILLERY USING ROBOTIC SYSTEMS FOR MILITARY PURPOSES**

*The paper presents the tasks to be solved by promising RTC VN in the interests of Rvi. The conclusion is formulated that the problem of training and improving the quality of knowledge of Rvi specialists using military robotic systems remains one of the urgent problems of higher military professional education and acquires new aspects of consideration. It is shown that one of the effective ways to solve the problem of training and improving the quality of knowledge of Rvi specialists is to develop and implement computer-based training systems with elements of virtual reality and 3D visualization of the studied samples of equipment and weapons in the educational process. The main features of the computer information and reference system "compendium of the Rvi" developed at the Mikhailovsky military artillery Academy and used in the educational process are briefly described. Preliminary results of the conducted pedagogical experiment with the use of the "Rvi compendium" are presented, and the main factors that increase the effectiveness of the educational process are noted. Based on the results of the pedagogical experiment made a reasonable inference that the use of KISS "compendium Rvia" allows to increase learning efficiency, to reduce terms of development of technology that is more efficient use of training time and as a result reduce the cost of training and the number of vehicles.*

*Rocket troops and artillery; military-purpose robotic complex; unmanned aerial vehicle; rocket and artillery weapons; training system; learning efficiency; pedagogical experiment; military professional education; professional competence; modern information technology; virtual reality; compendium; information and reference system; automated training complex.*

**Введение.** Опыт локальных войн и вооруженных конфликтов последних десятилетий, а также проводимые мероприятия по строительству и развитию Вооруженных Сил Российской Федерации, свидетельствуют о возрастающей роли робототехнических комплексов военного назначения различных типов [1].

В настоящее время на снабжение Вооруженных Сил Российской Федерации приняты робототехнические комплексы различного назначения, в том числе робототехнические комплексы с беспилотными летательными аппаратами. За последнее время накоплен достаточно большой опыт применения РТК ВНи в интересах РВиА СВ, в особенности применения комплексов с БЛА для обслуживания стрельбы артиллерии [2]. Так уже успешно практически отработано выполнение нескольких вариантов огневых задач артиллерийской батареи 152 мм самоходных

гаубиц 2С3М с помощью комплекса воздушной разведки (КВР), оснащенного БЛА «Орлан-10» и "Орлан-30", с адаптированной для обслуживания стрельбы артиллерии версией специального математического и программного обеспечения. Кроме того, отработан вариант проведения пристрелки и осуществления контроля стрельбы на поражение кочующего миномета с помощью комплекса воздушной разведки и другие. Есть примеры применения БЛА типа «Форпост» для ведения воздушной разведки в интересах артиллерии.

Вместе с тем, анализ проведенный в ряде источников [3–9] подтверждает необходимость разработки и применения различных РТК ВН в интересах конкретных частей и подразделений Сухопутных войск.

За последнее время ученые Михайловской военной артиллерийской академии в ряде научно-исследовательских работ провели обоснование необходимости разработки и внедрения (принятия на вооружение) боевых робототехнических комплексов предназначенных специально для РВиА. Такие как РТК артиллерийской разведки (РТК АР), РТК воздушной артиллерийской разведки, РТК уничтожения бронеектов и отдельных целей (дистанционный управляемый самоходный противотанковый ракетный комплекс) и РТК огневого поражения (подвижная огневая точка).

При этом были заданы основные тактико-технические требования к ним и обоснованы рекомендации по их созданию и интеграции в систему робототехнических комплексов ВС РФ [12–20]. Становится очевидным, что помимо ограниченного применения в интересах РВиА СВ отдельных БЛА из состава робототехнических подразделений общевойсковых соединений, на вооружении рода войск будут приняты специальные РТК ВН, которые будут штатно входить в состав ракетных и артиллерийских частей и подразделений.

Анализ [10] показывает, что задачами, решаемыми перспективными РТК ВН в интересах РВиА, могут быть:

- ◆ освещение (вскрытие) наземной, надводной обстановок и выдачу целеуказания на применение оружия;
- ◆ наблюдение за полем боя (плацдармом высадки морского десанта) в реальном масштабе времени;
- ◆ выдача данных целеуказания ракетному (реактивному) оружию наземных комплексов,
- ◆ обслуживание применения высокоточных боеприпасов с лазерной системой наведения;
- ◆ борьба с танками противника;
- ◆ оперативная геодезическая привязка сил и средств (элементов боевых порядков войск (сил)), обеспечение получения высокоточной геопрограммной информации о местности и решение других задач топогеодезического и навигационного обеспечения;
- ◆ доставка (подвоз) боеприпасов и ряд других.

Учитывая сложность и многообразие перечисленных задач, проблема подготовки и повышения качества знаний специалистов РВиА применяющих робототехнические комплексы военного назначения остается одной из актуальных проблем высшего военно-профессионального образования и приобретает новые аспекты рассмотрения.

**Опыт создания и применения обучающих систем с элементами виртуальной реальности.** Одним из наиболее доступных, но чрезвычайно эффективных путей решения проблемы подготовки и повышения качества знаний специалистов РВиА является разработка и внедрение в образовательный процесс компьютерных обучающих систем с элементами виртуальной реальности и 3D визуализации изучаемых образцов техники и вооружения.

Мысль о том, что в повседневном обучении важно использовать самые передовые технологии, не покидает умы не только современных исследователей, но и практически каждого из нас. По данным специалистов в области лингвистики и психологии [11], самые благоприятные условия для усвоения новых знаний – в детском и юношеском возрасте.

Однако, отсутствие интереса, расщепленность и неумение концентрироваться на непростых вещах не позволяют нам эффективно получать образование в любом возрасте. А современная система образования конкурирует с развлекательной сферой и нуждается в механизмах восприятия, которые позволят вовлечь обучающихся в процесс усвоения новых знаний. Ведь эффективным обучением движет интерес, который нужно сначала сформировать, а затем поддержать. Вот только в XXI веке вряд ли можно увлечь обучающихся рисунками, просмотром старых фильмов или чтением стремительно устаревающей литературы. Поэтому сегодня в образовании всё популярнее устройства с поддержкой VR и AR.

В Михайловской военной артиллерийской академии разработана и проходит апробацию в ходе педагогического эксперимента компьютерная информационно-справочная система «Компендиум РВиА» (далее КИСС «Компендиум РВиА») (рис. 1).

Компендиум ракетных войск и артиллерии – это компьютерная информационно-справочная система с элементами виртуальной реальности.

Компендиум (Компендий) – (от лат. *compendium* – сокращение, путеводитель, прямой путь) – сокращенное изложение основных положений какой-либо дисциплины.

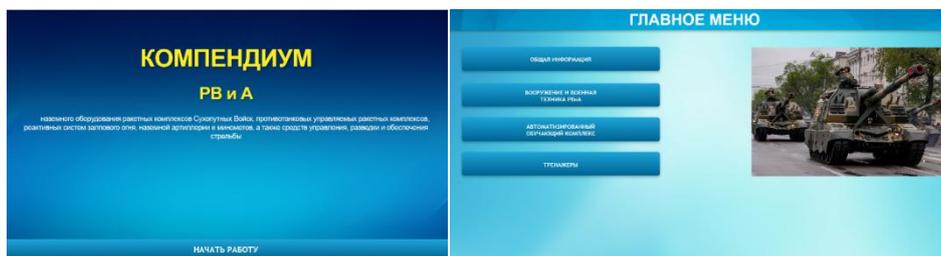


Рис. 1. Главное меню компьютерной информационно-справочной системы «Компендиум РВиА»

По сути это электронная интерактивная информационно-справочная тренажерная система с элементами виртуальной реальности ракетно-артиллерийского вооружения, в части наземного оборудования ракетных комплексов Сухопутных войск, противотанковых управляемых ракетных комплексов, реактивных систем залпового огня, наземной артиллерии и минометов, а также средств управления, разведки и обеспечения стрельбы.

Информационно-справочная система включает четыре раздела:

- ◆ общая информация;
- ◆ вооружение и военная техника;
- ◆ автоматизированный обучающий комплекс;
- ◆ тренажеры.

«Компендиум РВиА» позволяет не только быстро получить развернутую справочную информацию по отдельным образцам ракетно-артиллерийского вооружения, ознакомиться с внутренним пространством рассматриваемых образцов

вооружения в формате 3D (360 градусов) при помощи компьютера, но и с помощью встроенного автоматизированного обучающего комплекса (АОК) (рис. 2) изучить их назначение, состав и тактико-технические характеристики.



Рис. 2. Автоматизированный обучающий комплекс РВиА

С помощью технологий виртуальной реальности (virtualreality (VR) создана 3D-визуализация расположения образцов вооружения в местах постоянной дислокации, компоновки приборного состава в образцах вооружения и военной техники (3D-туры).

Продолжается создание обучающих курсов, позволяющих проводить занятия по изучению назначения, состава, тактико-технических характеристик, порядка подготовки к работе вооружения и военной техники, в том числе робототехнических комплексов военного назначения, используя персональные компьютеры и шлемы (очки) виртуальной реальности (рис. 3).



Рис. 3. Самостоятельная работа курсантов с применением автоматизированного обучающего комплекса РВиА с элементами виртуальной реальности

При просмотре внутреннего объема изучаемых объектов, а также видео материалов, снятых 360-градусной камерой, можно смотреть по сторонам, под ноги и над собой, используя курсор мыши или наклоняя и поворачивая голову в очках VR.

Встроенные в камеру микрофоны создают эффект присутствия при просмотре снятого видео. Дикторский текст может комментировать изучаемые объекты (рис. 4, 5).



Рис. 4. Панорама 360 внутреннего объема самоходной пусковой установки ракетного комплекса «Точка-У»



Рис. 5. Панорама 360 внутреннего объема 152-ММ самоходной гаубицы 2С19М

При переводе взгляда на отдельные составные элементы они сопровождаются всплывающими баннерами, содержащими их подробные характеристики (рис. 6).

## ЛАЗЕРНЫЙ ВИЗИР-ДАЛЬНОМЕР (1Д25) ✕

**НАЗНАЧЕНИЕ**

Лазерный визир-дальномер 1Д25 предназначен для:

- измерения полярных координат артиллерийских орудий;
- топогеодезической привязки элементов боевых порядков артиллерии;
- выдачи полярных координат на ЭВМ.

**КОМПЛЕКТ ДАЛЬНОМЕРА**

- приемопередатчик (визир-дальномер);
- комплект ЗИП (одноразовый);
- техническая документация: паспорт, ТО и ИЭ.

**ОСНОВНЫЕ ТТХ**

Пределы измерения дальности до орудия, м:	
- минимально	60
- максимально	2000
Дальность распознавания орудий в ночных условиях, м	не менее 500
Максимальная ошибка измерения дальности, м	± 10
Увеличение визира, крат.:	
- дневного	7,3/ 18
- ночного	4,8
Поле зрения визира, град.:	
- дневного	8/ 3,33
- ночного	11
Перисконичность, мм	345
Диапазон наведения, д.у.	
- в горизонтальной плоскости, угол $\alpha$	0-00... 60-00
- в вертикальной плоскости, угол $\beta$	-5-00... 5-00
Максимальная ошибка измерения углов, д.у.	±0-01
Время готовности к измерению дальности, сек., не более	20
Масса дальномера, кг, не более	27

1. Тумблер "НОЧЬ".
2. Рукоятка "СЕТКА".
3. Кнопка "СТРОБ".
4. Тумблер "ОБОГРЕВ".
5. Механизм вертикального наведения.
6. Кнопка "ИЗМЕРЕНИЕ".
7. Тумблер "ЗАЩИТА".
8. Кнопка "ЗВУК".
9. Окуляр визира
10. Тумблер "ПИТАНИЕ".
11. Переключатель "ДЕНЬ-НОЧЬ".
12. Рукоятка "СТРОБ".
13. Кнопка "УГЛЫ".
14. Переключатель "ИНФОРМАЦИЯ".
15. Кнопка "ИЗМЕРЕНИЕ".
16. Механизм "УСТАНОВКА  $\alpha$ ".
17. Окуляр.

Рис. 6. Баннер с характеристиками лазерного визира-дальномера

Можно приблизить или отдалить (масштабируемость объекта) интересующий объект для детального его изучения, и ряд других возможностей, позволяющих самостоятельно изучать образцы вооружения используя АОК.

Кроме того, входящие в «Компендиум РВиА» тренажеры (рис. 7), позволяют самостоятельно изучить и получить определенные навыки по подготовке к работе, включению и настройке основных средств связи командно-штабных машин, орудий, боевых машин и пусковых установок и наземных пунктов дистанционного управления РТК ВН, в том числе, беспилотных летательных аппаратов в режиме обучения, тренировки и контроля.

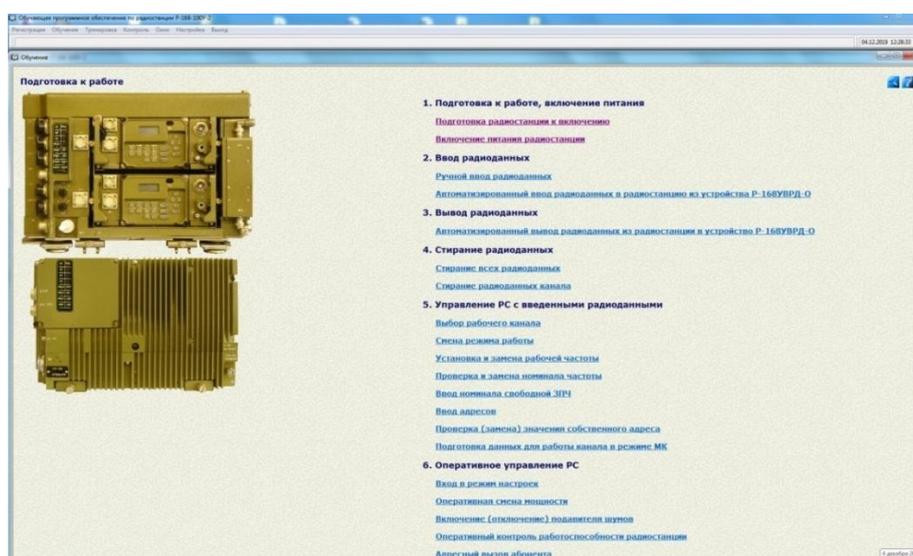


Рис. 7. Компьютерный тренажер радиостанции P-168-100-U2

К основным преимуществам компьютерной информационно-справочной системы «Компендиум РВиА» можно отнести:

- ◆ быстрый доступ к развернутой информации по назначению, составу, тактико-техническим характеристикам основных образцов вооружения в электронном виде;
- ◆ возможность «проникнуть» внутрь образца вооружения (с эффектом присутствия) для понимания состава и размещения элементов внутри объекта;
- ◆ интерактивность (возможность быстро находить, а при необходимости изменять и дополнять информацию);
- ◆ возможность получить определенные навыки по подготовке к работе, включению и настройке основных средств связи командно-штабных машин, орудий, боевых машин и пусковых установок и наземных пунктов дистанционного управления РТК ВН в режиме самостоятельного обучения, тренировки и контроля;
- ◆ интуитивно понятное меню.

При подготовке операторов БЛА, к примеру, с помощью камеры 360 можно снять видеоролик, построенный на основе фотореалистичных круговых панорам внутри наземного пункта дистанционного управления (НПДУ) – внутри КШМ (рис. 8) или снаружи – в окопе (рис. 9) и потом, надев очки виртуальной реальности наблюдать за работой расчета, как бы присутствуя внутри НПДУ.

Создается эффект полного погружения в пространство. На рис. 10 представлен скриншот видеофрагмента посадки БЛА "Орлан-10" снятый на камеру 360.



Рис. 8. Панорамы 360 внутреннего объема НПДУ БЛА «Орлан- 10»



Рис. 9. Панорамы 360 выносного (в окопе) НПДУ БЛА «Орлан- 10»



Рис. 10. Видеофрагмент «Посадка БЛА «Орлан-10» снятого камерой 360

В результате тестирования КИСС «Компендиум РВиА» удалось выявить основные преимущества применения данной технологии:

- ◆ возможность интегрировать любые объекты визуализации в виртуальное пространство;
- ◆ трехмерность (СФЕРА) по всему объему виртуального пространства;
- ◆ глубокая динамическая масштабируемость объекта;
- ◆ интерактивность с мгновенным обращением к любому объекту с целью получения различного рода информации;
- ◆ детализация любых объектов по всему объему виртуального пространства без искажения представляемой информации;

- ◆ позволяет создать эффект полного погружения обучающегося в область предметных знаний;
- ◆ единая программная среда;
- ◆ возможность самостоятельного управления туром.

Одним из ответов современной образовательной политики России на вопрос эффективного использования компьютера в образовательном процессе явилось создание современных образовательных технологий с элементами виртуальной реальности. Их внедрение потребовало проведения так называемых педагогических экспериментов в ходе которых осуществляется диагностика уровней усвоения знаний и умений по выбранным показателям и критериям. На рис. 11 представлена архитектура автоматизированного обучающего комплекса (АОК), включающего "Компендиум РВ и А" в которой компонента поддержки оценивания знаний и умений позволяет с достаточной степенью точности оценить уровень усвоения изучаемого материала и выработать рекомендации по дальнейшим действиям.



Рис. 11. Архитектура автоматизированного обучающего комплекса

**Анализ результатов педагогического эксперимента.** В настоящее время получены предварительные результаты педагогического эксперимента по применению в образовательном процессе Михайловской артиллерийской академии КИСС «Компендиум РВиА».

В ходе педагогического эксперимента проводился военно-экономический сравнительный анализ двух вариантов обучения.

Сравнение при проведении занятий в обычном варианте (без применения «Компендиума РВиА») и с применением КИСС «Компендиум РВиА» проводилось по показателям (*Затраты – Время – Эффект*) [20].

*Затраты* оценивались количеством энергоресурсов необходимых для проведения занятий – *Qэ*.

Кроме этого, оценивалось *Время* необходимое для освоения учебных вопросов по изучаемой теме – *Туч*.

*Эффект* применения КИСС «Компендиум РВиА» было принято оценивать качеством усвоения изучаемого материала слушателями – *Куэв*.

На рис. 12. приведена гистограмма, характеризующая *Затраты* энергоресурсов необходимых для проведения занятий с применением КИСС «Компендиум РВиА» и при проведении занятий в обычном варианте.

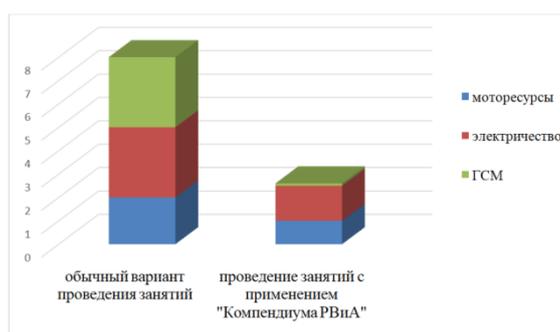


Рис. 12. Гистограмма, характеризующая затраты

Из приведенной гистограммы видно, что при проведении занятий без применения КИСС «Компендиум РВиА» расходуются и моторесурсы изучаемой техники, и электричество и горюче-смазочные материалы.

При применении КИСС «Компендиум РВиА» затраты значительно снижаются.

На рис. 13 приведена диаграмма временных затрат на изучение и усвоение материала различных тем занятий как с применением КИСС «Компендиум РВиА», так и без.

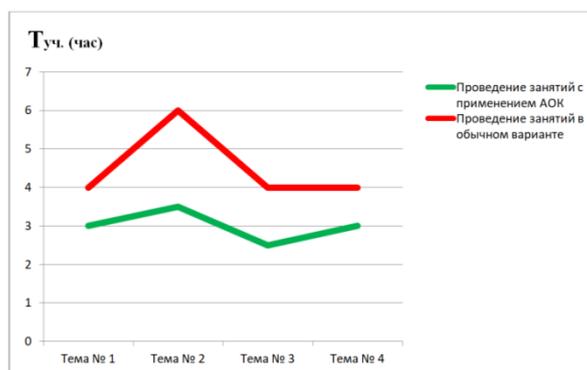


Рис. 13. Диаграмма временных затрат

Как видно из диаграммы, времени для изучения учебного материала, при применении «Компендиума РВиА» требуется меньше.

Теперь что касается оценки третьего показателя – качества усвоения учебного материала. Наиболее точно (корректно) качество усвоения материала можно оценить только по завершении педагогического эксперимента, однако есть предварительные результаты.

Несколько уже проведенных занятий с применением «Компендиума РВиА» показали, что качество усвоения материала **К<sub>ув</sub>** выше, чем при проведении занятий в обычном варианте.

Это обстоятельство объясняется еще и тем, что молодые люди с большим интересом изучают учебный материал при помощи гаджетов и современных технологий, нежели просто по бумажному учебнику [20].

Приведенные результаты являются предварительными и получены на основании, в основном, отзывов и выводов преподавателей, участвующих в педагогическом эксперименте по дисциплинам «Эксплуатация автоматизированных систем специального назначения» и «Устройство и эксплуатация средств связи и радиоэлектронная борьба».

Но даже сейчас, учитывая пусть субъективные, но положительные оценки преподавателей, можно говорить о значительном снижении затрат энергоресурсов и повышении эффективности проводимых занятий с применением «Компендиума РВиА» в целом.

Предварительные результаты проводимого педагогического эксперимента с применением «Компендиума РВиА» позволяют утверждать, что основными факторами, повышающими эффективность образовательного процесса можно считать возможность:

- а) самостоятельного изучения назначения, состава, ТТХ образцов вооружения в режиме виртуального тура;
- б) создания эффекта присутствия в объекте;
- в) одновременного изучения большим количеством обучающихся объекта с ограниченным внутренним пространством;
- г) значительной экономии моторесурсов;
- д) высокой мотивации молодых людей на изучение и освоение новой техники на основе применения современных технологий и гаджетов.

Таким образом, применение КИСС «Компендиум РВиА» позволяет повысить эффективность обучения, уменьшить сроки освоения техники, т.е. более эффективно использовать учебное время и как результат – сократить стоимость подготовки специалистов и количество моторесурсов.

**Заключение.** Высокий уровень оснащения РВ и А роботизированными средствами обеспечит им возможность ведения современных сетевых войн в том числе и на основе группового применения РТК. Следовательно, подготовка высококлассных специалистов РТК в составе артиллерийских (реактивных) и разведывательных подразделений РВиА должна стать одним из основных направлений развития рода войск.

В заключение заметим, что формирование профессиональных компетенций с учетом специализации обучающихся и инструментов современных информационных технологий на основе деятельностного подхода позволяет изменить функции субъектов и объектов образовательного процесса.

То есть переход от простой передачи знаний обучаемым к управлению познавательной деятельностью обучающихся позволяет более эффективно готовить специалистов, способных самостоятельно вести поиск новых идей и способов их применения на практике.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кравченко А.Ю., Стукало Ю.Е.* Проблемы и перспективы создания робототехнических комплексов военного назначения // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. I. – С. 92-96.
2. *Карпович А.В.* Артиллерийские системы и беспилотные летательные аппараты в контр-террористических операциях // Тр. Восьмой Всероссийской научно-практической конференции (апрель 2013г.С-Пб). – СПб.: Университет ГПС МЧС России, 2013. – С. 75-93.
3. *Калыев И.А., Шеремет И.А.* Военная робототехника: выбор пути // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. I. – С. 161-163.
4. *Рубцов И.В.* Вопросы состояния и перспективы развития отечественной наземной робототехники военного и специального назначения // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. II. – С. 64-70.
5. *Шеремет И.Б., Рудянов В.С., Рябов А.В., Хрущев В.С.* Проблемы развития роботизированного вооружения Сухопутных войск // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. II. – С. 71-73.
6. *Кудряшов В.Б., Латинов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В.* Проблемы роботизации ВВТ в части наземной составляющей // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. II. – С. 74-76.
7. *Анисимов В.Г., Ведерников Ю.В., Гарькушев А.Ю., Сазыкин А.М.* Научно-методическое сопровождение интеграции высокотехнологичных инноваций в процессы разработки высокоточного оружия // Вопросы оборонной техники. Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму.
8. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Самоленков В.А.* Введение в теорию эффективности боевых действий ракетных войск и артиллерии: монография. Военная академия Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации. – М., 2008. – 180 с.
9. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Герцев В.Н.* Оценка эффективности системы ракетно-артиллерийского вооружения ракетных войск и артиллерии // Военная мысль. – 2001. – № 4. – С. 39-46.
10. *Наговицин А.И., Молоткова Б.Б.* Робототехнические комплексы военного назначения, перспективы их применения в РВиА СВ // Тр. Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2017. – Т. I.
11. *Лейтес Н.С.* Умственные способности и возраст. – М.: Педагогика, 1971. – 277 с.
12. *Буренок В.М., Леонов А.В., Пронин А.Ю.* Военно-экономические и инновационные аспекты интеграции нетрадиционных видов оружия в состав системы вооружения. – М.: Издательская группа «Граница», 2014. – С. 53-58.
13. *Буренок В.М.* Системное проектирование развития вооружения и военной техники // Военная мысль. – 2004. – № 6.
14. *Буренок В.М.* Развитие системы вооружения и новый облик ВС РФ // Защита и безопасность. – 2009. – № 2.
15. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Кежаев В.А., Свертилов Н.И., Шатохин Д.В.* Методы имодели стандартизации и унификации в управлении развитием военно-технических систем. Военная академия Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации. – М., 2004.
16. *Корчак В.Ю., Леонов А.В., Борисенков И.Л.* Интеграция нетрадиционного вооружения в состав системы вооружения // Вооружение и экономика». – 2011. – Вып. № 2.
17. *Баканев С.А.* Опыт и перспективы применения робототехнических комплексов военного назначения в интересах ракетных войск и артиллерии Сухопутных войск // Матер. 19-й Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты и безопасности». – 2016.
18. *Шеремет И.Б., Рудянов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С.* Групповое применение наземных РТК при ведении боевых действий в составе общевойсковых формирований сухопутных войск // Сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления» и VI молодежной школы-семинара «Управление и обработка информации в технических системах». Т. I.

19. Лапинов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В., Рудянов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С. Бой в городе. Боевые и обеспечивающие роботы в условиях урбанизированной территории // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 3 (116). – С. 142-146.
20. Наговицин А.И. Молоткова Б.Б. и др. Формирование научно-исследовательской компетенции курсантов в инновационной работе военно-научного общества по приоритетным направлениям моделирования боевых действий // Вестник военного образования. – 2019. – № 1.– С.23.

#### REFERENCES

1. Kravchenko A.Yu., Stukalo Yu.E. Problemy i perspektivy sozdaniya robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya [Problems and perspectives of creating robototechnicsmilitary complexes], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientificpracticalconference “Perspectives system and tasks control”], 2015, Vol. I, pp. 92-96.
2. Karpovich A.V. Artilleriyskie sistemy I bespilotnye letatel'nye apparaty v kontrterroristicheskikh operatsiyakh [Artillery systems and unmanned flying apparatus in counterterrorismoperations], *Trudy Vos'moy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (aprel' 2013 g. S-Pb)* [Workes Eight off the All Russian scientific-practical conference (april2013y S-Pb)]. St. Petersburg: Universitet GPS MChSRossii, 2013, pp. 75-93.
3. Kalyaev I.A., Sheremet I.A. Voennaya robototekhnika: izbor puti [Military robototechnics: choice ways], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy I zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientific practical conference “Perspectives system and tasks control”], 2015, Vol. I, pp. 161-163.
4. Rubtsov I.V. Voprosy sostoyaniya i perspektivy razvitiya otechestvennoy nazemnoy robototekhniki voennogo i spetsial'nogo naznacheniya [Question form and Perspectives developmentnative ground robototechnics military and special-purpose], *Izbrannye TrudyVserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russia scientific-practical conference “Perspectivessystem and tasks control”], 2015, Vol. II, pp. 64-70.
5. Sheremet I.B., Rudianov V.S., Ryabov A.V., Khrushchev V.S. Problemy razvitiya robotizirovannogo vooruzheniya Cukhoputnykh voysk [Problems development robotic armedArmy], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy I zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientific-practical conference“Perspectives system and tasks control”], 2015, Vol. II, pp. 71-73.
6. Kudryashov V.B., Lapshov V.S., Noskov V.P., Rubtsov I.V. Problemy robotizatsii VVT v chaste nazemnoy sostavlyayushchey [Problems robotics AMT in patch ground component], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientific-practical conference “Perspectivessystem and tasks control”], 2015, Vol. II, pp. 74-76.
7. Anisimov V.G., VedernikovYu.V., Gar'kushevA.Yu., Sazykin A.M. Nauchno-metodicheskoe soprovozhdenie integratsii vysokotekhnologichnykh innovatsiy v protsessy razrabotki vysokotochnogo oruzhiya [Scientific and methodological support of integration of high-techinnovation in the design of precision-guided weapons], *Voprosy oboronnoy tekhniki. Ser. 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeystviya terrorizmu* [Defense technology. Series 16: Technicalmeans for countering terrorism].
8. Anisimov V.G., Anisimov E.G., Samolenkov V.A. Vvedenie v teoriyu effektivnosti boevykh deystviy raketnykh voysk I artillerii: monografiya. Voennay akademiya General'nogo shtaba Vooruzhennykh Sil Rossiyskoy Federatsii [Introduction to the theory of efficiency of combatactions of rocket troops and artillery: Monograph. Military Academy of the General staff ofthe Armed Forces of the Russian Federation]. Moscow, 2008, 180 p.
9. Anisimov V.G., Anisimov E.G., Gertsev V.N. Otsenivanie effektivnosti sistemy raketnoartilleriyskogo vooruzheniya raketnykh voysk I artillerii [Evaluation of the effectiveness of thesystem of rocket and artillery armament of rocket troops and artillery], *Voennaya mys'* [Militarythought], 2001, No. 4, pp. 39-46.

10. Nagovitsin A.I., Molotkova B.B. Robototekhnicheskie komplekсы voennogo naznacheniya, perspektivy ikh primeneniya v RViASV [Robotic systems for military use, prospects for their application IN the Russian space Agency] *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy I zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientificpractical conference “Perspectives system and tasks control”], 2017, Vol. I, pp. 6-20.
11. Leytes N.S. Umstvennyye sposobnosti I vozrast [Mental capacity and age]. Moscow: Pedagogika, 1971, 277 p.
12. Burenok V.M., Leonov A.V., Pronin A.Yu. Voenno-ekonomicheskie I innovatsionnyye aspekty integratsii netraditsionnykh vidov oruzhiya v sostav sistemy vooruzheniya [Military-economicand innovative aspects integration of non-traditional weapons in the weapons]. Moscow:Izdatel'skayagruppa «Granitsa», 2014, pp. 53-58.
13. Burenok V.M. Sistemnoe proektirovanie razvitiya vooruzheniyai voennoy tekhniki [Systems engineering development of weapons and military equipment], *Voennay amysl'* [Militarythought], 2004, No. 6.
14. Burenok V.M. Razvitie sistemy vooruzheniya I novyy oblik VS RF [Development of weaponssystems and a new image of the RF armed forces], *Zashchita I bezopasnost'* [The protectionand security], 2009, No. 2.
15. Anisimov V.G., Anisimov E.G., Kezhaev V.A., Svertilov N.I., Shatokhin D.V. Metody I modeli standartizatsii i unifikatsii v upravlenii razvitiem voenno-tekhnicheskikh sistem. Voennaya akademiya General'nogo shtaba Vooruzhennykh Sil Rossiyskoy Federatsii [Methods and modelsof standardization and unification in the management of the development of militarytechnicalsystems: Military Academy of the General staff of the Armed Forces of the RussianFederation]. Moscow, 2004.
16. Korchak V.Yu., Leonov A.V., Borisenkov I.L. Integratsiya netraditsionnogo vooruzheniya v sostav sistemy vooruzheniya [Integration of non-traditional weapons in the weapons], *Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Vooruzhenie i ekonomika»* [The electronic scientific journal "Arms and the economy"], 2011, Issue No. 2.
17. Bakaneev S.A. Opyt I perspektivy primeneniya robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya v interesakh raketnykh voysk I artillerii Sukhoputnykh voysk [Experience andprospects of application of robotic systems for military purposes in the interests of missiletroops and artillery of the Land forces], *Materialy 19-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye problem zashchity i bezopasnosti»* [Materials of 19-th all-Russian scientific-practical conference "Actual problems of protection and security"], 2016.
18. Sheremet I.B., Rudianov N.A., Ryabov A.V., Khrushchev V.S. Grupповое primeneniye nazemnykh RTK pri vedenii boevykh deystviy v sostave obshchevoyskovykh formirovaniy sukhoputnykh voysk [Group the terrestrial RTK while conducting combat operations as part ofcombined arms formations of the army], *Sbornik materialov X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya» i VI molodezhnoy shkoly-seminara «Upravlenie i obrabotka informatsii v tekhnicheskikh sistemakh»* [The collection of materials of X all-Russian scientific-practical conference "Advanced systems and control problems" and VI international school-seminar "Management and processing of informationin technical systems"]. Vol. I.
19. Lapshov V.S., Noskov V.P., Rubtsov I.V., Rudianov N.A., Ryabov A.V., Khrushchev V.S. Boy v gorode. Boevye i obespechivayushchie roboty v usloviyakh urbanizirovannoy territorii [Fightin the city. Combat and supporting robots in urban areas], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskije nauki* [IzvestiyaSFedU. Engineering Sciences], 2011, No. 3 (116), pp. 142-146.
20. Nagovitsin A.I., Molotkova B.B. Formirovanie nauchno-issledovatel'skoy kompetentsii kursantov v innovacionnoy rabote voenno-nauchnogo obchestva po prioritetnym napravleniyam modelirovaniya boevykh deystviy [Formation of research competence of cadets in the innovative work of the military scientific society in priority areas of combat simulation], *Vestnik voennogo obrazovaniya* [Bulletin of the military education"], 2019, No. 1.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор К.А. Злотников.

**Наговицин Александр Иванович** – Михайловская военная артиллерийской академия; e-mail: alexander@nagovitsin.ru; 195009, г. Санкт-Петербург, ул. Комсомола, 22; тел.: +79112160000; кафедра автоматизированного управления ракетными войсками и артиллерией; к.в.н.; доцент.

**Пестерев Сергей Николаевич** – e-mail: pestruy@inbox.ru; тел.: +79052221824; кафедра управления ракетными ударами и огнем артиллерии в бою и операции; начальник кафедры; к.в.н.; доцент.

**Молоткова Баира Борисовна** – e-mail: bbmolotkova@bk.ru; тел.: +79818035441; кафедра автоматизированного управления ракетными войсками и артиллерией; доцент; к.п.н.; доцент.

**Аксенов Иван Владимирович** – e-mail: alexander@nagovitsin.ru; тел.: +79112160000; курсант факультета артиллерийской разведки и АСУ.

**Nagovicin Alexander Ivanovich** – Mikhailovskaya Artillery Military Academy; e-mail: alexander@nagovitsin.ru; 22, Komsomol street, St. Petersburg, 195009, Russia; phone: +79112160000; the department of automated control of rocket troops and artillery; associate professor; cand. of mil. sc.; associate professor.

**Pesterev Sergey Nikolaevich** – e-mail: pestruy@inbox.ru; phone: +79052221824; the department of missile strikes and artillery fire control in combat and operations; head of the department; cand. of mil. sc.; associate professor.

**Molotkova Baira Borisovna** – e-mail: bbmolotkova@bk.ru; phone: +79818035441; the department of automated control of rocket troops and artillery; associate professor; cand. of ped. sc.; associate professor.

**Aksenov Ivan Vladimirovich** – e-mail: alexander@nagovitsin.ru; phone: +79112160000; cadet of the faculty of artillery intelligence and ACS.

УДК 004.896

DOI 10.18522/2311-3103-2020-1-39-51

**А.Л. Ронжин, К.Т. Нго, В.В. Нгуен**

### **ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ОБМЕНОМ ФИЗИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МЕЖДУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКОЙ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ РОБОТИЗАЦИИ\***

*Рассматривается проблема управления взаимодействием беспилотных летательных аппаратов (БЛА) с наземными сервисными роботизированными платформами, осуществляющими функции транспортировки и передачи физических ресурсов, необходимых для выполнения сельскохозяйственных операций на открытом грунте. Совместное использование гетерогенных наземных и воздушных средств расширяет функциональные и сенсорные возможности роботизированной обработки сельскохозяйственных угодий. В ряде случаев, например, при обслуживании систем энергоснабжения и транспортировке воздушных средств возникает задача физического взаимодействия между беспилотным летательным аппаратом и наземной сервисной робототехнической платформой. Сложность решения данной задачи связана с проблемами посадки, фиксации и механизированной обработки аккумуляторов и аграрных ресурсов, размещаемых на летательном аппарате на сервисной платформе, а также управления очередностью сервисного обслуживания группы БЛА. По сравнению с наземной техникой использование БЛА в сельскохозяйственных задачах дает ряд основ преимуществ: отсутствие физического контакта с землей и уплотнения почвы, более широкая площадь мониторинга и обработки, более качественная*

---

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-58-76001\_ЭРА\_а.