

УДК 004.946:623.746.4-519

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КУРСАНТОВ К РАБОТЕ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

А. В. АНДРЕЕВ, канд. воен. наук, доц.

С. А. ШАВУРОВ, аспирант

Высшая школа техносферной безопасности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Рассматривается применение технологий виртуальной реальности (VR) при подготовке операторов БПЛА на военных кафедрах вузов. Проведен сравнительный анализ VR-тренажеров, экранных симуляторов и реальных полетов. Обоснована структура комплексной подготовки, интегрирующая VR на этапе освоения базовых навыков и отработки нештатных ситуаций. Предполагается, что применение VR-технологий эффективно дополняет традиционные методы обучения, повышает качество подготовки и безопасность учебного процесса.

Ключевые слова: БПЛА, виртуальная реальность, подготовка операторов, тренажеры, военное образование, FPV, имитационное моделирование.

Введение

В последние годы наблюдается стремительное развитие беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые изначально активно использовались в гражданской сфере деятельности человека, однако в последние пять лет широко применяются и в военной сфере. Одним из перспективных направлений в военном деле является применение беспилотных систем (БС) в воздушной, наземной, надводной и подводной средах. БС используются не только для нанесения ударов по противнику, но и для ведения разведки, корректировки действий подразделений, доставки грузов, эвакуации раненых, в радиоэлектронной борьбе, а также для решения других специальных задач. Появилась даже специфическая терминология «борьба за господство в малом воздухе». Расширение спектра боевого применения БПЛА ведет к увеличению потребности в подготовке квалифицированных операторов, способных эффективно управлять БС в различных условиях обстановки [1].

Подготовка операторов БПЛА является достаточно сложным образовательным процессом, включающим формирование теоретических знаний, развитие практических навыков дистанционного управления БПЛА, а также обучение принятию решений в условиях дефицита времени, высокой информационной нагрузки, резко изменяющейся воздушной и наземной обстановки. Традиционные методы подготовки, основанные на теоретических занятиях и практических полетах, имеют ряд ограничений. Проведение реальных тренировочных полетов БПЛА требует значительных материальных затрат, наличия оборудованных полигонов, связано с риском повреждения техники и зависит от погодных условий [2].

Исходя из перечисленных ограничений, особую актуальность приобретает поиск современных образовательных технологий, позволяющих повысить эффективность подготовки курсантов, обучающихся на военных кафедрах гражданских вузов. Одним из перспективных направлений является применение технологий виртуальной реальности (VR), что дает возможность создавать интерактивную учебную среду и моделировать различные сценарии эксплуатации БПЛА. Использование VR-тренажеров обеспечивает безопасную отработку навыков обучаемых в управлении БПЛА, позволяет моделировать сложные и нештатные ситуации, повышает интерес и уровень вовлеченности обучаемых в образовательный процесс. Целью работы является анализ возможностей применения технологий виртуальной реальности при подготовке курсантов военных кафедр к работе с БПЛА.

Методы и материалы

В ходе выполнения исследования применялись методы анализа научной и учебно-методической литературы, посвященной вопросам подготовки операторов БПЛА, а также современным технологиям виртуальной реальности, используемым в образовательном процессе [3]. Проведен анализ открытых отечественных и зарубежных публикаций, посвященных применению тренажерных систем и имитационного моделирования при подготовке специалистов, осуществляющих управление БС. Рассматривались традиционные методы подготовки, включающие теоретическое обучение и практическую отработку навыков управления БПЛА, а также современные цифровые образовательные технологии, основанные на применении компьютерных симуляторов, систем виртуальной реальности, тренажерных комплексов. Особое внимание уделялось анализу возможностей VR-технологий по моделированию условий эксплуатации БС, включая различные типы местности, погодные условия и сценарии выполнения полетных заданий.

В рамках исследования рассматривались основные функциональные элементы виртуального тренажера оператора БПЛА [4]. К ним относятся система визуализации виртуальной среды, интерфейс управления БПЛА, а также программные модули, обеспечивающие моделирование динамики полета и взаимодействия с окружающей средой. Использование данных элементов дает возможность формировать у обучаемых практические навыки управления БПЛА в условиях, максимально приближенных к реальным. Кроме того, применялся метод обобщения и систематизации полученных результатов, что позволило определить основные преимущества применения технологий виртуальной реальности в процессе подготовки курсантов. Полученные данные послужили основой для оценки перспектив внедрения VR-тренажеров в образовательный процесс военных факультетов и военных кафедр высших учебных заведений.

Результаты

Проведенный анализ существующих подходов к подготовке операторов БПЛА показал, что в образовательной практике применяется несколько

основных форм обучения: использование компьютерных симуляторов на экране, практическая подготовка с применением реальных беспилотных аппаратов, а также обучение с использованием технологий виртуальной реальности. Каждый из указанных подходов обладает определенными преимуществами и ограничениями, что обуславливает необходимость их комплексного применения.

Компьютерные симуляторы позволяют обучающимся освоить базовые принципы управления БПЛА и ознакомиться с интерфейсом программного обеспечения. Однако уровень погружения в учебную среду при использовании таких систем ограничен, поскольку управление осуществляется через стандартные устройства ввода, а восприятие информации происходит посредством обычного монитора.

Практическое обучение с использованием реальных беспилотных аппаратов обеспечивает наиболее полное приближение к условиям реальной эксплуатации техники. Вместе с тем данный подход связан с повышенными материальными затратами, риском повреждения оборудования и зависимостью от погодных условий.

Использование технологий виртуальной реальности позволяет создать имитационную среду с высоким уровнем визуального и пространственного погружения. Курсанты получают возможность выполнять учебные задания в условиях, максимально приближенных к реальным, при этом исключается риск повреждения техники и значительно снижаются затраты на проведение тренировок [5]. Критерии для сравнения качественных показателей подходов обучения операторов БПЛА приведены в табл. 1.

Табл. 1. Сравнение методов подготовки операторов БПЛА

Критерий	VR-тренажер	Симулятор на экране	Реальные полеты
Уровень погружения	Высокий	Средний	Высокий
Безопасность обучения	Очень высокая	Высокая	Средняя
Риск повреждения техники	Отсутствует	Отсутствует	Высокий
Финансовые затраты	Средние	Низкие	Высокие
Возможность моделирования аварийных ситуаций	Высокая	Средняя	Ограниченная
Доступность повторения тренировок	Высокая	Высокая	Ограниченная

Результаты анализа показывают, что применение технологий виртуальной реальности не является заменой традиционных методов подготовки операторов БПЛА. Наиболее эффективен комплексный подход, при котором VR-тренажеры дополняют существующие формы обучения.

Особенно эффективным является использование виртуальной реальности на этапах изучения конструкции беспилотных систем, сборки оборудования, настройки программного обеспечения и освоения работы с FPV-оборудованием. Виртуальная среда позволяет безопасно моделировать различные конфигурации

оборудования и многократно отрабатывать необходимые действия без риска повреждения техники.

На основе проведенного анализа предлагается поэтапная структура подготовки курсантов военных кафедр к эксплуатации БПЛА.

Первый этап – теоретическая подготовка. На данном этапе курсанты изучают основы устройства БПЛА, принципы их функционирования, элементы системы управления и особенности применения FPV-оборудования.

Второй этап – обучение в виртуальной среде. Использование VR-тренажеров позволяет обучающимся освоить базовые навыки управления БПЛА, изучить особенности ориентации в пространстве, а также отработать различные сценарии выполнения полетных задач.

Третий этап – работа с компьютерными симуляторами. На данном этапе закрепляются навыки управления и отрабатываются более сложные элементы пилотирования с использованием специализированного программного обеспечения.

Четвертый этап – практическая подготовка. Заключительный этап обучения предполагает выполнение тренировочных полетов с использованием реальных беспилотных аппаратов, что позволяет закрепить сформированные навыки и подготовить курсантов к работе в реальных условиях эксплуатации техники.

Предложенная структура подготовки позволяет рационально сочетать различные образовательные технологии и повышает эффективность формирования профессиональных компетенций операторов БПЛА.

Обсуждение

Полученные результаты подтверждают, что применение технологий виртуальной реальности обладает значительным потенциалом для совершенствования системы подготовки операторов БПЛА. Современные образовательные технологии позволяют формировать у обучаемых практически навыки в условиях, максимально приближенных к реальной эксплуатации техники, при этом обеспечивая высокий уровень безопасности учебного процесса [6].

Использование VR-тренажеров позволяет значительно расширить возможности традиционных методов обучения [7–9]. Виртуальная среда дает возможность моделировать различные условия выполнения полетных заданий, включая сложные погодные условия, ограниченную видимость, особенности рельефа местности и другие факторы, которые сложно или невозможно воспроизвести в рамках обычных учебных занятий. Кроме того, виртуальные тренажеры позволяют многократно повторять тренировочные сценарии, что способствует более эффективному формированию устойчивых навыков управления беспилотными системами.

Важным преимуществом применения VR-технологий является возможность безопасной отработки действий в нештатных ситуациях. В условиях реальных полетов моделирование аварийных сценариев часто ограничено из-за риска повреждения техники и угрозы безопасности. В виртуальной среде такие

ограничения отсутствуют, что позволяет обучающимся получить практический опыт действий в сложных и потенциально опасных ситуациях [10].

В то же время результаты анализа показывают, что виртуальная реальность не является полной заменой практической подготовки с использованием реальных БПЛА. Реальные полеты остаются необходимым элементом обучения, поскольку они позволяют обучаемым получить опыт взаимодействия с техникой в реальных условиях эксплуатации. В связи с этим наиболее рациональным является комплексный подход, при котором VR-тренажеры используются как дополнительный инструмент обучения, повышающий эффективность существующей системы подготовки. Комплексное применение VR-тренажеров, компьютерных симуляторов и практика реальных полетов БПЛА создают сбалансированную систему обучения курсантов военных кафедр, оптимизируют расходы на обучение и содержание учебно-материальной базы.

Заключение

В приведенном исследовании рассмотрена подготовка операторов БПЛА, оценены возможности применения VR-технологий в образовательном процессе на военных кафедрах гражданских вузов. Проведенный анализ свидетельствует, что традиционные методы обучения – теоретическая подготовка, компьютерная симуляция, практика практического пилотирования БПЛА – обладают определенными ограничениями, связанными с оптимизацией финансово-материальных затрат, зависимостью от погодных условий, риском повреждения техники.

Установлено, что применение VR-тренажеров позволяет создать интерактивную образовательную среду с достаточным уровнем погружения обучаемых, при котором у них отрабатываются требуемые навыки управления БПЛА, знание конструкции БС, приемы и способы технического обслуживания БС.

Показано, что технологии виртуальной реальности не являются заменой существующих традиционных методов обучения, а эффективно дополняют и развивают их. Целесообразно использование VR-технологий на этапах изучения конструкции беспилотных систем, сборки, настройки, обслуживания техники.

Таким образом, интеграция VR-технологий в систему подготовки курсантов позволяет повысить эффективность формирования практических навыков управления БПЛА и способствует повышению качества образовательного процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Мартьянов, И. С.** Об угрозе гражданских БПЛА / И. С. Мартьянов, С. А. Шавуров // Информационные технологии. – № S1. – С. 89–90.
2. **Шавуров, С. А.** Применение БПЛА для осуществления мониторинга на опасных производственных объектах / С. А. Шавуров // Биотехнологии и безопасность в техносфере. – 2022. – С. 166–169.
3. **Шавуров, С. А.** Модель использования VR-контента для обучения по охране труда / С. А. Шавуров, А. И. Ульянов // Неделя науки инженерно-строительного института – 2025 : сб. материалов Всерос. конф. – СПб., 2025. – С. 84–86.

4. Применение технологий виртуальной реальности как способа обучения идентификации опасностей / Д. Е. Лугманов, О. Ю. Сергеев, М. И. Рожков, С. А. Шавуров // Неделя науки ИСИ. – СПб., 2024. – С. 59–61.

5. **Горшков, А. Д.** Опыт использования VR лабораторных работ по дисциплине БЖД, анализ преимуществ и недостатков использования / А. Д. Горшков, С. А. Шавуров // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2022. – № S2. – С. 168–169.

6. **Шавуров, С. А.** Исследование эффективности применения виртуальных лабораторных работ по дисциплине БЖД в СПбПУ / С. А. Шавуров, А. А. Кузьмичев, А. О. Купцов // Охрана труда в организациях, подведомственных Минобрнауки России. – СПб., 2022. – С. 158–161.

7. **Андреев, А. В.** Управление человеческим фактором с использованием VR-технологий в системе безопасности труда / А. В. Андреев, С. А. Шавуров // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2025. – Т. 14, № 2. – С. 267–271.

8. **Андреев, А. В.** Применение компетентностного подхода и технологий виртуальной реальности при оценке профессиональной пригодности работников / А. В. Андреев, С. А. Шавуров // Инновационные пути обеспечения техносферной безопасности. – Ташкент, 2025. – С. 98–101.

9. **Кузнецов, И. В.** Тренажерные системы и имитационное моделирование в подготовке операторов беспилотных систем / И. В. Кузнецов, Д. В. Лапшин // Военная мысль. – 2021. – № 9. – С. 58–62.

10. Информационные технологии в обучении, образовании и подготовке. Руководящие указания по контенту виртуальной реальности с учетом человеческого фактора : ГОСТ Р 72027.2–2025. – Введ. 01.11.2025. – М. : Рос. ин-т стандартизации, 2025.

Контакты:

andreev_av@spbstu.ru (Андреев Андрей Викторович);
shavurov_sa@spbstu.ru (Шавуров Сергей Алексеевич).