

Труды МАИ. 2023. № 128
Trudy MAI, 2023, no. 128

Научная статья
УДК 371.693.4
DOI: [10.34759/trd-2023-128-23](https://doi.org/10.34759/trd-2023-128-23)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРЕНАЖЁРНЫХ ИМИТАТОРОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНДИКАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ЛИЧНОГО СОСТАВА

Алексей Сергеевич Князев

Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков, (КВВАУЛ),
Краснодар, Россия
agent-483@yandex.ru

Аннотация. Кабины современных типов вооружения и военной техники оснащены многофункциональными индикаторами (МФИ). Необходимо обучать личный состав работе с МФИ, однако использование для этого дорогостоящих комплексных тренажёров приводит к неэффективному исчерпанию их ресурса. В статье рассматривается вопрос повышения качества подготовки курсантов-лётчиков при изучении самолёта ДА-42Т путём использования в учебном процессе вуза тренажёрного имитатора МФИ, который позволяет обучающимся на учебных занятиях закрепить теоретические знания и выработать практические умения по работе с индикацией и вводу данных. Массовое использование простых в конструкции и недорогих тренажерных имитаторов МФИ позволяет обучаемому личному составу отработать некоторые процедуры ещё до начала тренажной подготовки и использовать комплексный тренажёр максимально эффективно.

Ключевые слова: тренажёрный имитатор, многофункциональный индикатор, МФИ, средство обучения, SimInTech

Для цитирования: Князев А.С. Особенности применения тренажёрных имитаторов многофункциональных индикаторов в процессе обучения личного состава // Труды МАИ. 2023. №128. DOI: [10.34759/trd-2023-128-23](https://doi.org/10.34759/trd-2023-128-23)

Original article

FEATURES OF THE USE OF SIMULATORS OF MULTIFUNCTIONAL INDICATORS IN THE PROCESS OF PERSONNEL TRAINING

Alexey S. Knyazev

Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots,

Krasnodar, Russia

agent-483@yandex.ru

Abstract. Cabins of modern types of weapons and military engineering are equipped with multifunctional indicators (MFI). Training personnel to work with the MFI is necessary; however employing costly complex simulators for this purpose leads ineffective exhaustion of their resources. Working with the MFI allows laying the route of movement, entering coordinates of targets, landmarks and radio-beacons, The MFI employing allows the crew to solve the tasks of navigation and combat employment. With this regard, more attention should be paid to learning how to work with the MFI while mastering modern types of aircraft.

The best way of learning is application of real equipment or a complex simulator of the

air force cabin, however, this may lead to inefficient exhaustion of their resource. There is a generally accepted practice of employing units, devices and systems dismantled from decommissioned samples of military equipment in training sessions. However, the MFI removed from the military equipment cannot be employed without special equipment (power supplies, computers, sources and signal converters). Thus, it is advisable to use MFI simulators, in which the functions necessary for the training goals achieving, for the studies instead of real MFI. They may be employed at both theoretical stage of the studies and practical training. Besides, the MFI simulators may be employed in the beginning of the simulator training to work-out check-ups and data entering, to relieve partially the costly complex simulator from these tasks.

The article considers the issue of the MFI simulator application expediency while cadet-pilots training for the DA-42T aircraft.

The IBM 4820 monitor, the closest in size to the real MFI of the DA-42T aircraft, is selected as the basis of the developed MFI simulator. The SimInTech program, designed for technical systems modeling, was chosen as the software for the of information frames reproduction and development on the MFI. The full-scale mockup of the DA-42T aircraft cabin was developed with the developed MFI simulators.

Application of the MFI simulator and cabin layouts on their basis in training sessions ensures the achievement of various training tasks, which can be effectively employed in the training of personnel. The MFI simulator and cabin layouts employing saves on the one hand the resource of the expensive equipment, and on the other hand, represents the only opportunity for visual training due to the lack of complex simulators or real samples of

military equipment in the training base.

The obtained results of the work may be employed further for the development of the MFI imitators for various types of military equipment.

Keywords: training simulator, multifunctional indicator, MFI, training tool, SimInTech

For citation: Knyazev A.S. Features of the use of simulators of multifunctional indicators in the process of personnel training. *Trudy MAI*, 2023, no. 128. DOI: [10.34759/trd-2023-128-23](https://doi.org/10.34759/trd-2023-128-23)

Введение

Для освоения современных образцов вооружения и военной техники (ВВТ) требуется качественная предварительная подготовка. Это правило справедливо для всех армий мира, поэтому необходимо уделять внимание вопросам подготовки личного состава при освоении новых типов ВВТ всех видов войск.

Во многих современных образцах ВВТ Сухопутных войск, Военно-морского флота и Воздушно-космических сил РФ используются многофункциональные индикаторы (МФИ) (рис. 1) (URL: <https://i.imgur.com/AplcMkU.jpg>, URL: https://sev.gov.ru/files/iblock/199/sam_0307.jpg, URL: <https://i.servimg.com/u/f81/20/34/63/61/ldikk210.jpg>).



б)

в)

а)

Рисунок 1. Многофункциональные индикаторы в танке Т-14 «Армата» (а), в малом ракетном корабле «Сerpухов» (б) и в самолёте Су-35С (в)

В связи с этим при освоении информационно-управляющего поля кабин современных типов ВВТ необходимо обучать личный состав работе с МФИ. Изучение состава информационных кадров МФИ требует времени, каждому обучающемуся необходимо научиться ориентироваться в меню индикаторов, запомнить порядок работы с ним при управлении различными системами, в том числе при работе с системами управления оружием. При необходимости обучения большого количества личного состава в сжатые сроки, например, при ведении боевых действий, целесообразно обучать личный состав работе с МФИ с помощью тренажёрных имитаторов МФИ.

Использование тренажёрных имитаторов многофункциональных индикаторов в процессе обучения личного состава

Можно выделить три основных этапа обучения личного состава: теоретическое обучение, практическое обучение и подготовка на реальном образце ВВТ (рис. 2). На каждом из этапов имеются свои цели, которые достигаются с применением соответствующих средств обучения. На этапе теоретического обучения изучаются все элементы информационно-управляющего поля кабины. Для этого, как правило, используются схемы, плакаты, макеты, презентации. При этом формируется общее представление об устройстве и принципе работы систем и агрегатов ВВТ, о составе и расположении их органов управления и индикации в кабине.

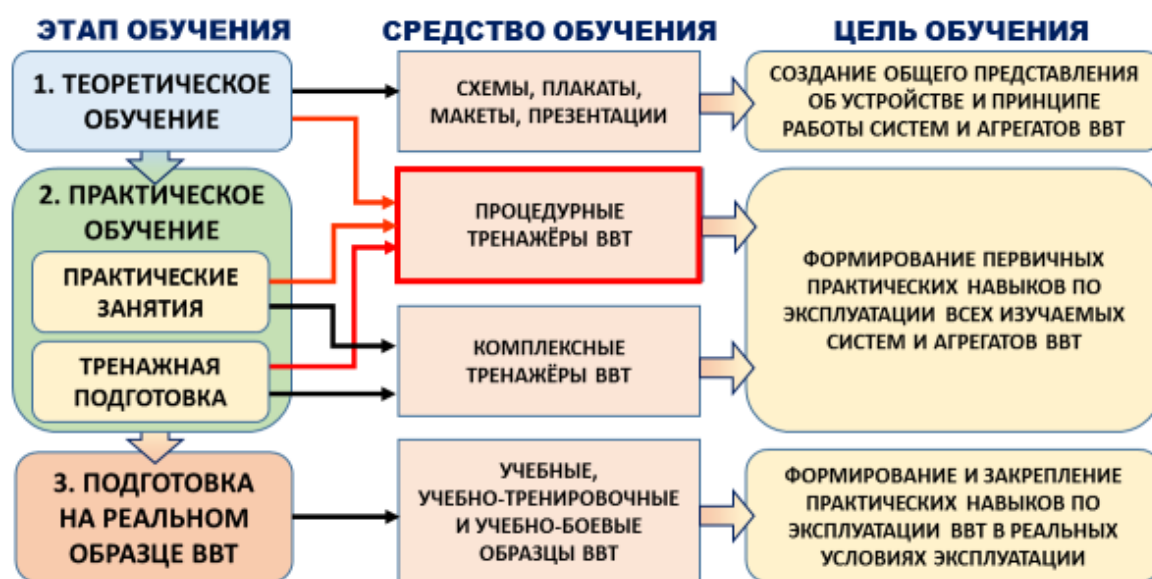


Рисунок 2. Этапы обучения личного состава, используемые средства и достигаемые цели

Этап практического обучения начинается с практических занятий и завершается тренажной подготовкой. На практических занятиях прививаются первичные умения по работе с органами управления и индикации. На этом этапе могут использоваться процедурные тренажёры, предназначенные для отработки определённых действий (процедур) в различных типовых ситуациях. Использовать на практических занятиях комплексный тренажёр тоже возможно, но нецелесообразно, ведь стоимость комплексного тренажёра велика, а его ресурс ограничен и может быть быстро исчерпан. При этом, как правило, количество комплексных тренажёров невелико, что не позволяет каждому обучающемуся неспеша отработать и закрепить практические действия. В связи с этим целесообразно проводить теоретическое обучение и практические занятия на более простых и дешёвых тренажёрах или тренажёрных имитаторах отдельных систем и агрегатов, которые должны быть доступны каждому обучающемуся. Их проще освоить и осуществить переход от теоретических знаний к первым практическим действиям.

Для изучения работы с МФИ могут применяться отдельные тренажёрные имитаторы МФИ, при этом их возможно использовать как на этапе теоретического обучения, так и на практических занятиях. Кроме того, тренажёрные имитаторы МФИ могут быть использованы в начале тренажной подготовки для отработки проверок и ввода данных, чтобы частично освободить от этих задач дорогостоящий комплексный тренажёр.

Существует общепринятая практика использования на учебных занятиях агрегатов, приборов и систем, демонтированных со списанных образцов ВВТ. Однако, МФИ снятый с ВВТ невозможно использовать без специального оборудования (источников питания, вычислителей, источников и преобразователей сигналов) (рис. 3). Поэтому вместо настоящих МФИ целесообразно использовать на занятиях тренажёрные имитаторы МФИ, в которых реализованы функции, необходимые для достижения целей обучения. Рассмотрим вопрос целесообразности использования тренажёрных имитаторов МФИ при подготовке курсантов-лётчиков на самолёт ДА-42Т.



Рисунок 3. Целесообразность использования на учебных занятиях тренажёрного имитатора МФИ вместо комплекта из настоящего МФИ и оборудования, необходимого для его работы

На комплексном тренажёре самолёта ДА-42Т выполняются статическая подготовка (проверки) и динамическая подготовка (полёты). Опыт проведения занятий на комплексном тренажёре самолёта ДА-42Т показывает, что на статической

подготовке на изучение работы с МФИ тратится до 80% от времени всей статической подготовки (рис. 4). Перекладывание этих задач на тренажёрные имитаторы МФИ позволит высвободить время для увеличения продолжительности динамической подготовки и более эффективно использовать ресурс комплексного тренажёра с точки зрения привития первичных навыков по управлению самолётом.

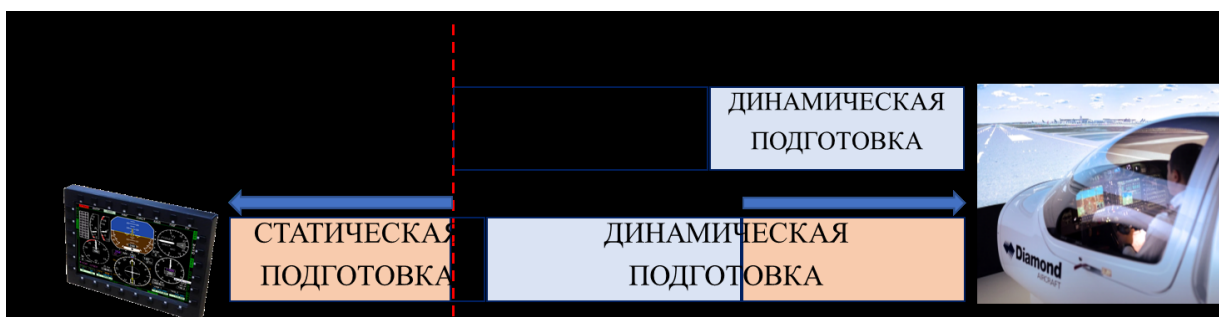


Рисунок 4. Предлагаемое перераспределение задач статической подготовки с комплексного тренажёра самолёта на тренажёрные имитаторы МФИ

Как уже упоминалось, комплексный тренажёр имеет ограниченный ресурс, кроме того, велика стоимость его закупки, ввода в эксплуатацию, технического обслуживания и ремонта. Из-за этого они закупаются небольшим количеством, которое не позволяет при большом потоке обучающихся дать каждому из них возможность неспеша освоиться на рабочем месте, внимательно изучить всю индикацию на МФИ и твердо закрепить необходимые действия, так как время, отведенное на работу с комплексным тренажёром на одного человека строго ограничено. Массовое использование тренажёрных имитаторов МФИ позволит существенно сократить время статической подготовки на комплексном тренажёре,

из-за чего продолжительность динамической подготовки сможет увеличиться в 1,5-1,8 раза, или при том же объёме динамической подготовки станет возможным экономить ресурс комплексного тренажёра до 560 ч/год (из расчёта 350 обучающихся на курсе), что, как следствие, может повлиять на снижение числа отказов и уменьшение затрат на ремонт.

Кроме того, полноразмерные комплексные тренажёры имеют большие габариты, для них требуются специальные помещения, а тренажёрные имитаторы МФИ компактны и мобильны, поэтому они могут использоваться в любой учебной аудитории. Их легче осваивать, после чего можно быстро переходить от них к комплексным тренажёрам.

Для обучения может использоваться тренажёрный имитатор МФИ на основе отдельного устройства, выполненного в виде моноблока или устройства, подключаемого к персональному компьютеру (ПК) [1]. Так же для обучения работе с МФИ в соответствии с п. 2.2.9 ГОСТ Р 57259-2016 «Тренажеры авиационные. Термины и определения» могут использоваться компьютерные системы обучения в виде программы на ПК (стационарном компьютере, ноутбуке или сенсорном планшете). Тренажёрные имитаторы МФИ по сравнению с комплексными тренажёрами проще по конструкции, имеют существенно меньшую стоимость и не требуют обслуживания. Их легко размножить для массового использования, поэтому они могут использоваться в качестве индивидуального средства обучения. Конечно же, они не могут заменить комплексный тренажёр, но могут повысить эффективность использования его ресурса.

Для обучения работе с МФИ в КВВАУЛ на кафедре авиационного и радиоэлектронного оборудования разработан тренажёрный имитатор МФИ, представляющий собой интерактивное учебное наглядное пособие с ограниченным функционалом, воспроизводящим функции отображения информационных кадров и ввода данных в объёме, необходимом для отработки некоторых действий при подготовке курсанта-лётчика к занятиям на комплексном тренажёре самолёта ДА-42Т (изучение состава информационных кадров, переход из одного кадра в другой, выставка давления дня на высотомере, ввод позывного самолётного ответчика, ввод частот связи, ввод частот автоматического радиокompаса) [1]. Курсанты-лётчики, использовавшие тренажёрный имитатор МФИ в качестве дополнительного учебного пособия перед занятиями по тренажной подготовке отмечают положительный опыт, состоящий в сокращении времени обучения работе с МФИ на комплексном тренажёре, а также в уверенности и скорости действий при выполнении процедур, отработанных на тренажёрном имитаторе МФИ. Есть большой потенциал для расширения функционала разработанного тренажёрного имитатора МФИ при обучении курсантов-лётчиков на других кафедрах.

За основу разработанного тренажёрного имитатора МФИ взят монитор IBM 4820, наиболее близкий по размеру к настоящему МФИ самолёта ДА-42Т (рис. 5). Помимо монитора в тренажёрном имитаторе МФИ содержится кнопочная панель и плата с микроконтроллером Arduino Nano, которая обеспечивает считывание нажатий кнопок и передачу этой информации в ПК. Эта информация обрабатывается в специально разработанной программе, которая также имитирует работу

центральной информационной системы самолёта ДА-42Т и обеспечивает выдачу необходимой информации на дисплей тренажёрного имитатора МФИ.

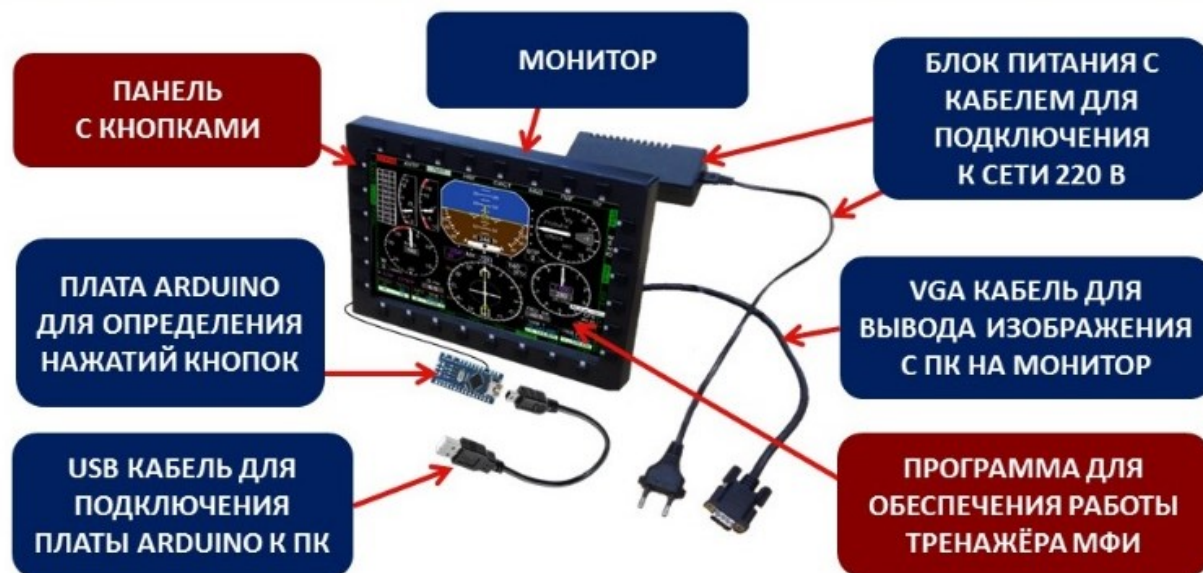


Рисунок 5. Устройство разработанного тренажёра МФИ

Таким образом, для создания тренажёрного имитатора МФИ из обычного монитора потребовалось изготовить кнопочную панель под определенный МФИ и разработать специальную программу под конкретный тип самолёта. Более простым является использование компьютерного тренажёрного имитатора МФИ в виде программы, так как при этом не требуется изготовление физического устройства.

Для разработки программы, обеспечивающей работу тренажёрного имитатора МФИ, было использовано отечественное программное обеспечение (ПО) в связи с государственной программой №328 «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности» от 15.04.2014 г., приказом Министерства связи «Об утверждении плана по импортозамещению программного обеспечения» от 01.02.2015

г., постановлением Правительства РФ от 16.11.2015 г. № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

В качестве ПО для разработки и воспроизведения информационных кадров центральной информационной системы самолёта ДА-42Т выбрана программа SimInTech, предназначенная для моделирования технических систем [2, 3]. Данная программа имеет большой функционал по составлению различных схем технических устройств и ничем не уступает импортным аналогам [4, 5, 6].

В программе SimInTech реализован человеко-машинный интерфейс, заложенный в работу тренажёрного имитатора МФИ [7, 8, 9]. Все элементы индикации (приборы, шкалы, стрелки, индексы и пр.) воспроизведены с использованием встроенных программных средств (рис. 6) [13]. Разработанные проекты могут использоваться на ПК с операционными системами Windows или Linux. Программное обеспечение SimInTech уже широко используется отечественными организациями и вузами [14].

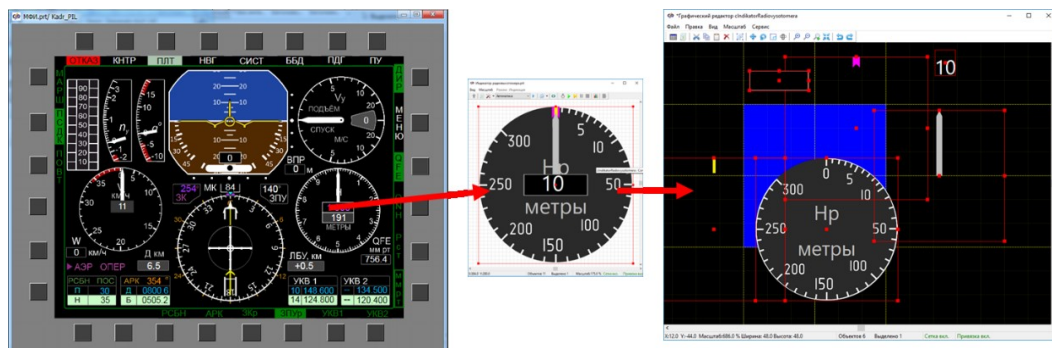


Рисунок 6. Информационный кадр «ПЛТ» (пилотаж) и состав индикатора высоты, разработанного встроенными средствами программы SimInTech

При использовании программного тренажёрного имитатора МФИ на учебных занятиях преподаватель может отобразить окно программы на большом экране, благодаря чему все обучающиеся одновременно могут видеть информационные кадры и запоминать последовательность работы с ними (рис. 7).

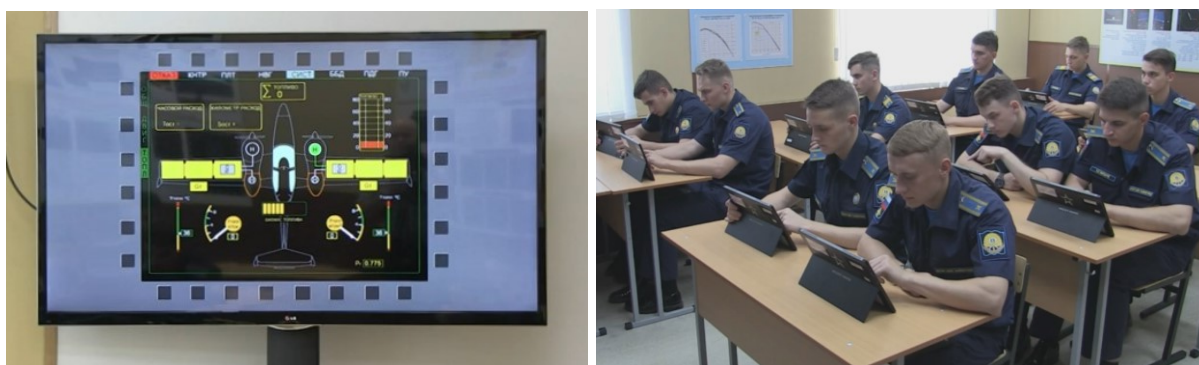


Рисунок 7. Использование тренажёрного имитатора МФИ на учебных занятиях при изучении самолёта ДА-42Т

После просмотра каждый обучающийся, держа в руках тренажёрный имитатор МФИ (физический или программный), может повторить необходимые действия и закрепить полученные умения путем нескольких самостоятельных повторений. Для вывода на индикацию достоверных данных, соответствующих динамике полёта, тренажёрный имитатор МФИ может быть подключен к авиасимулятору X-Plane [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23].

При использовании тренажёрного имитатора МФИ совместно с X-Plane значение каждого пилотажно-навигационного параметра считывается из авиасимулятора, а преподаватель, управляя моделью самолёта, может создавать

различные ситуации для достижения целей обучения [14, 21, 22, 23, 24, 25]. Принимаемые данные при этом отображаются и изменяются в соответствии с динамикой виртуального полёта, но при этом обучающемуся недоступны функции управления моделью самолёта во избежание привития ложных навыков пилотирования. Преподаватель по желанию может изменять принимаемые данные на недостоверные и, тем самым, имитировать отказы в соответствии с их описанием в разделе 5 «Особые случаи в полёте» руководства по летной эксплуатации самолёта ДА-42, в том числе с сопровождением речевых сообщений об отказах, записанных на диктофон при участии курсантов женского пола. Это позволяет обучающимся наглядно увидеть и услышать признаки отказов и научиться быстро идентифицировать их, ведь простое заучивание текста из руководства по лётной эксплуатации не позволяет сформировать в памяти необходимые зрительные и звуковые образы, что затрудняет быструю реакцию на них в условиях полёта на комплексном тренажёре или в реальном полёте. Наглядность, удобство и индивидуальность работы с тренажёрными имитаторами МФИ обеспечивают высокую скорость и эффективность обучения.

К тренажёрному имитатору МФИ могут быть подключены различные физические органы управления – потенциометры, энкодеры, кнопки, тумблеры, светодиоды и пр., что позволяет воссоздать вокруг тренажёрного имитатора МФИ полноразмерный макет кабины самолёта или другого вида ВВТ. Используя относительно простые и недорогие макеты кабин или отдельных рабочих мест, которые могут быть изготовлены своими силами, можно довести действия

обучающихся при работе с арматурой кабины до автоматизма для того, чтобы уже во время первых полетов на комплексном тренажёре и в реальных полётах обучающиеся не тратили драгоценное время на поиски нужных кнопок и пунктов меню, а быстро реагировали на ситуацию при выполнении как учебных, так и боевых задач.

На основе тренажёрного имитатора МФИ в КВВАУЛ на кафедре авиационного и радиоэлектронного оборудования создан полноразмерный макет кабины самолёта ДА-42Т со всеми органами управления и индикации, включая тренажёрные имитаторы двух основных МФИ и одного резервного (рис. 8).



Рисунок 8. Разработанный полноразмерный макет кабины самолёта ДА-42Т
с тренажёрными имитаторами МФИ

Все органы управления в разработанном полноразмерном макете подключены к разработанной программе, положение всех переключателей считывается автоматически. Ведется работа по совершенствованию программы для имитации

признаков особых случаев в полёте в точном соответствии с их признаками, описанными в руководстве по лётной эксплуатации самолёта ДА-42¹.

Индивидуальная работа с тренажёрными имитаторами МФИ позволит решить основную проблему, с которой сталкиваются курсанты-лётчики при освоении новых типов воздушных судов. Использование макетов кабины позволит освоиться на рабочем месте и выработать первичные умения по работе со всеми органами управления и индикации. Таким образом, ещё до начала тренажной подготовки во время практических занятий на кафедрах могут быть достигнуты все цели обучения, которые в настоящее время достигаются на комплексном тренажёре на этапе статической подготовки.

Для максимальной разгрузки комплексного тренажёра самолёта от статической подготовки целесообразно последовательно использовать более простые и дешёвые средства обучения личного состава – тренажёрные имитаторы МФИ и полноразмерные макеты кабин со всеми органами управления и индикации (рис. 9).

¹ Руководство по лётной эксплуатации самолёта ДА-42. URL: https://www.studmed.ru/rle-afm-diamond-da-42-ng_65944db8880.html



Рисунок 9. Предлагаемая схема использования более простых средств обучения перед началом тренажной подготовки для повышения эффективности использования комплексного тренажёра самолёта с МФИ

Заключение

Использование на учебных занятиях тренажёрных имитаторов МФИ и макетов кабины на их основе обеспечивает достижение различных учебных задач, что может быть эффективно использовано при подготовке личного состава в высших учебных заведениях [26], военных кафедрах гражданских вузов, военных учебных центрах, а также учебных полках и строевых частях. Использование тренажёрных имитаторов МФИ и макетов кабины в одном случае позволяет экономить ресурс дорогостоящей техники, а в другом случае является единственной возможностью наглядного

обучения из-за отсутствия в учебной базе комплексных тренажёров или настоящих образцов ВВТ.

Выводы:

1. Тренажёрные имитаторы МФИ имеют существенно меньшую стоимость изготовления и не требуют обслуживания.

2. При разработке тренажёрного имитатора МФИ может быть использовано отечественное программное обеспечение.

3. Тренажёрные имитаторы МФИ просты в освоении, могут использоваться в любой учебной аудитории, а также при дистанционном обучении в виде компьютерной программы.

4. На основе тренажёрного имитатора МФИ может быть создан полноразмерный действующий макет кабины или рабочего места ВВТ.

5. Массовое использование тренажёрных имитаторов МФИ, как отдельных, так и в составе полноразмерных макетов кабины ВВТ, позволяет отработать некоторые действия обучающихся ещё до начала тренажёрной подготовки с целью сокращения времени на статическую подготовку и повышения эффективности использования ресурса комплексного тренажёра с точки зрения привития навыков по эксплуатации ВВТ.

6. Массовое внедрение и использование простых и недорогих тренажёрных имитаторов МФИ и макетов кабин на их основе позволяет сократить сроки обучения личного состава для освоения ВВТ, что особенно остро может проявиться при

обучении большого количества личного состава в условиях ведения боевых действий и небольшом количестве комплексных тренажёров.

7. Предложенная схема подготовки личного состава с использованием тренажёрных имитаторов МФИ и макетов кабин на их основе может эффективно применяться для освоения любых типов воздушных судов и других видов ВВТ.

На встрече с выпускниками высших военно-учебных заведений 21 июня 2022 года Президент РФ Владимир Владимирович Путин назвал среди приоритетных направлений развития вооруженных сил оснащение войск новыми системами вооружений, которые будут определять боеспособность армии и флота в ближайшие годы и десятилетия². Это означает, что при освоении новых образцов ВВТ актуальность использования МФИ будет все больше возрастать, поэтому уместное создание и использование тренажёрных имитаторов МФИ и макетов кабин на их основе при обучении личного состава в ближайшие десятилетия будет иметь большие перспективы и позволит путем массового внедрения в процесс обучения простых и недорогих средств обучения повысить качество подготовки личного состава и быстро перейти к освоению дорогостоящих комплексных тренажёров и настоящих образцов ВВТ.

² Стенограмма встречи Владимира Путина с выпускниками военных вузов. URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-vstrechi-vladimira-putina-s-vypusknikami-voennyh-vuzov-21-06-2022.html>

Список источников:

1. Князев, А.С., Антоненко А.С., Арбузов Е.Д., Чеботарёв А.Д. Использование имитатора многофункционального индикатора самолёта в учебном процессе вуза // Труды МАИ. 2022. № 123. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=165568>. DOI: 10.34759/trd-2022-123-20.
2. Смагин Д.И., Старостин К.И., Савельев Р.С., Кобринец Т.А., Сатин А.А. Применение программного комплекса SimInTech для математического моделирования различных бортовых систем летательных аппаратов // Computational nanotechnology. 2018. № 3. С. 9-15.
3. SimInTech. URL: <https://simintech.ru>
4. Князев А.С. Совместное использование авиасимулятора X-Plane и среды SimInTech для исследования работы авиационных систем // Труды МАИ. 2021. № 117. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=156305>. DOI: 10.34759/trd-2021-117-15.
5. Парфирьев И.В. Краткий обзор программных средств моделирования технических систем и актуальность внедрения отечественных программных продуктов в вузах на примере среды динамического моделирования технических систем SimInTech // Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2018» (Томск, 16–18 мая 2018). - Томск: В-Спектр, 2018. Ч. 3. С. 297-300.
6. Петухов В.Н., Денисенко А.А., Ковязин И.О. SimInTech для человеко-машинного интерфейса // III Всероссийская научно-техническая конференция «Моделирование

авиационных систем» (Москва, 21-22 ноября 2018): тезисы докладов. – М.: ГосНИИАС, 2018. С. 267.

7. Князев А.С., Попов А.Ю. Программа для обеспечения работы тренажёрного имитатора интеллектуального цветного индикатора ИЦИ-140. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022664485 РФ, 01.08.2022.

8. Князев А.С., Попов А.Ю., Фурсов А.А., Кашин Я.М., Бордиян Р.Н. Программа для визуализации работы аэрометрических приборов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022664559 РФ, 01.08.2022.

9. Князев А.С., Антоненко А.С., Лоптев М.А., Жданов Е.М. Использование программы имитации работы центральной информационной системы самолета ДА-42Т в учебном процессе вуза // Научный вестник МГТУ ГА. 2022. Т. 25. № 3. С. 61-72. DOI: 10.26467/2079-0619-2022-25-3-61-72

10. Куракин С.З., Куприянов Н.А., Степенко А.С. Особенности интеграции учебно-тренировочных средств /радиотехнических систем в образовательный процесс вузов // III Всероссийская научно-практическая конференция «Интеграция науки и образования в системе подготовки военных специалистов» (Воронеж, 21 октября 2022): сборник трудов. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2022, С. 84-94.

11. Афонин И.Е., Ермаков Д.А., Коновальцев Э.В., Черных М.А. Компьютерная интерактивная модель пульта управления и индикации учебно-боевого самолета // V Всероссийская научно-практическая конференция «Современные проблемы создания и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники» (Санкт-Петербург, 09–

10 декабря 2021): сборник трудов. – СПб: Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, 2022, С. 32-38.

12. Коновальцев Э.В., Ермаков Д.А. Программная реализация математической модели пульта управления и индикации учебно-боевого самолета // Межвузовский сборник научных трудов. – Краснодар: Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова» Министерства обороны Российской Федерации, 2022, С. 71-77.

13. Технология SimInTech. URL:
<https://miem.hse.ru/data/2018/10/29/1141996123/SimInTech.pdf>

14. Науменко А.А., Князев А.С. Использование авиасимуляторов в учебном процессе авиационного вуза // Вестник Армавирского государственного педагогического университета. 2021. № 4. С. 64-72.

15. Как настроить совместную работу SimInTech и X-Plane? URL:
https://help.simintech.ru/index.html?q=/13_priemy_raboty/5_Integraciya/nastroika_sovme_stnoi_raboty_SimInTech_i_X-Plane.html

16. Попов В.М., Здрачук С.В. Учебный тренажер кабины вертолета МИ-8Т на базе авиационного симулятора // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2018. № 4. С. 42-66.

17. Туринцев С.В., Федоров А.В., Федоров А.А. Разработка процедурного тренажера на базе авиационного симулятора X-Plane // Проблемы летной эксплуатации и безопасность полетов. 2019. № 13. С. 98-101.

18. Яценко А.Н. Разработка эргономических предложений к электронной индикации пилотажно-навигационных параметров на перспективных и модернизируемых вертолётах // Труды МАИ. 2010. № 38. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=14147>
19. Костин П.С. Верещагин Ю.О., Волошин В.А. Программно-моделирующий комплекс для полунатурного моделирования динамики маневренного самолета // Труды МАИ. 2015. № 81. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=57735>
20. Калягин М.Ю., Волошин Д.А., Мазаев А.С. Моделирование системы управления полетом квадрокоптера в среде Simulink и Simscape Multibody // Труды МАИ. 2020. № 112. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=116625>. DOI: 10.34759/trd-2020-112-20
21. Nowakowski H., Makarewicz J. Flight simulation devices in pilot air training // Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2018, no. 98, pp. 111-118. URL: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2018.98.11>
22. Ruiz S., Aguado C., Moreno R. Educational Simulaton in practice: A teaching experience using a flight simulator // Journal of Technology and Science Educaton (JOTSE), 2014, vol. 4, no. 3, pp. 181-200. URL: <http://dx.doi.org/10.3926/jotse.129>
23. Cameron B., Rajae H., Jung B. et al. Development and implementation of cost-effective flight simulator technologies // International Conference of Control, Dynamic Systems, and Robotics, 2016, no. 126. DOI:10.11159/cdsr16.126
24. Staack Ingo, Schminder Jörg, Shahid Owais, Braun Robert. Towards a Complete Co-Simulation Model Integration Including HMI Aspects // Proceedings of the 10th Aerospace

Technology Congress, 2019, Stockholm, Sweden, pp. 112-119. DOI: 10.3384/ecp19162012.

25. Куприянов Н.А., Прошкин С.А., Стадник С.В., Солодовник П.Д. Проблематика изучения руководства по лётной эксплуатации при формировании знаний и навыков курсантов истребительной авиации по действиям в особых случаях в полёте // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык*. 2022. № 1. С. 37-51. DOI 10.51955/23121327_2022_1_37.

26. Медведев В.И. Задачи подготовки военных специалистов для ВКС России // IX международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос (Краснодар, 12-13 апреля 2019): сборник трудов. – Краснодар: Издательский дом «Юг», 2019. С. 16-18.

References

1. Knyazev, A.S., Antonenko A.S., Arbuzov E.D., Chebotarev A.D. *Trudy MAI*, 2022, no. 123. URL: <https://trudymai.ru/eng/published.php?ID=165568>. DOI: 10.34759/trd-2022-123-20.

2. Smagin D.I., Starostin K.I., Savel'ev R.S., Kobrinets T.A., Satin A.A. *Computational nanotechnology*, 2018, no. 3, pp. 9-15.

3. SimInTech. URL: <https://simintech.ru>

4. Knyazev A.S. *Trudy MAI*, 2021, no. 117. URL: <http://trudymai.ru/eng/published.php?ID=156305>. DOI: 10.34759/trd-2021-117-15.

5. Parfir'ev I.V. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Nauchnaya sessiya TUSUR–2018»*, Tomsk, V-Spektr, 2018, vol. 3, pp. 297-300.
6. Petukhov V.N., Denisenko A.A., Kovyazin I.O. *III Vserossiiskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya «Modelirovanie aviatsionnykh sistem»*, tezisy dokladov. Moscow, GosNIIAS, 2018, pp. 267.
7. Knyazev A.S., Popov A.Yu. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlya EVM «*Programma dlya obespecheniya raboty trenazhernogo imitatora intellektual'nogo tsvetnogo indikatora ITsI-140*». № 2022664485 RF, 01.08.2022 (The program for ensuring the operation of the simulator of the intelligent color indicator ICI-140. № 2022664485 RF, 01.08.2022).
8. Knyazev A.S., Popov A.Yu., Fursov A.A., Kashin Ya.M., Bordiyan R.N. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlya EVM «*Programma dlya vizualizatsii raboty aerometricheskikh priborov*». № 2022664559 RF, 01.08.2022 (The program for visualizing the operation of aerometric devices. № 2022664559 RF, 01.08.2022).
9. Knyazev A.S., Antonenko A.S., Loptev M.A., Zhdanov E.M. *Nauchnyi vestnik MGTU GA*, 2022, vol. 25, no 3, pp. 61-72. DOI: 10.26467/2079-0619-2022-25-3-61-72
10. Kurakin S.Z., Kupriyanov N.A., Stepenko A.S. *III Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Integratsiya nauki i obrazovaniya v sisteme podgotovki voennykh spetsialistov»*: sbornik trudov. Voronezh, Izdatel'sko-poligraficheskii tsentr "Nauchnaya kniga", 2022, pp. 84-94.

11. Afonin I.E., Ermakov D.A., Konoval'tsev E.V., Chernykh M.A. *V Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennye problemy sozdaniya i ekspluatatsii vooruzheniya, voennoi i spetsial'noi tekhniki»*: sbornik trudov. Saint Petersburg, Voenno-kosmicheskaya akademiya imeni A.F. Mozhaiskogo, 2022, pp. 32-38.
12. Konoval'tsev E.V., Ermakov D.A. Programmaya realizatsiya matematicheskoi modeli pul'ta upravleniya i indikatsii uchebno-boevogo samoleta, *Mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov*. Krasnodar, Krasnodarskoe vysshee voennoe aviatsionnoe uchilishche letchikov imeni Geroya Sovetskogo Soyuza A.K. Serova» Ministerstva oborony Rossiiskoi Federatsii, 2022, pp. 71-77.
13. Tekhnologiya SimInTech. URL:
<https://miem.hse.ru/data/2018/10/29/1141996123/SimInTech.pdf>
14. Naumenko A.A., Knyazev A.S. *Vestnik Armavirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2021, no. 4, pp. 64-72.
15. Kak nastroit' sovместnuyu rabotu SimInTech i X-Plane? URL:
[https://help.simintech.ru/index.html?q=/13_priemy_raboty/5_Integraciya/nastroika_sovme
stnoi_raboty_SimInTech_i_X-Plane.html](https://help.simintech.ru/index.html?q=/13_priemy_raboty/5_Integraciya/nastroika_sovme_stnoi_raboty_SimInTech_i_X-Plane.html)
16. Popov V.M., Zdrachuk S.V. *Crede Experto: transport, obshchestvo, obrazovanie, yazyk*, 2018, no. 4, pp. 42-66.
17. Turintsev S.V., Fedorov A.V., Fedorov A.A. *Problemy letnoi ekspluatatsii i bezopasnost' poletov*, 2019, no. 13, pp. 98-101.
18. Yatsenko A.N. *Trudy MAI*, 2010, no. 38. URL:
<https://trudymai.ru/eng/published.php?ID=14147>

19. Kostin P.S. Vereshchagin Yu.O., Voloshin V.A. *Trudy MAI*, 2015, no. 81. URL: <https://trudymai.ru/eng/published.php?ID=57735>
20. Kalyagin M.Yu., Voloshin D.A., Mazaev A.S. *Trudy MAI*, 2020, no. 112. URL: <https://trudymai.ru/eng/published.php?ID=116625>. DOI: 10.34759/trd-2020-112-20
21. Nowakowski H., Makarewicz J. Flight simulation devices in pilot air training, *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, 2018, no. 98, pp. 111-118. URL: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2018.98.11>
22. Ruiz S., Aguado C., Moreno R. Educational Simulaton in practice: A teaching experience using a flight simulator, *Journal of Technology and Science Educaton (JOTSE)*, 2014, vol. 4, no. 3, pp. 181-200. URL: <http://dx.doi.org/10.3926/jotse.129>
23. Cameron B., Rajae H., Jung B. et al. Development and implementation of cost-effective flight simulator technologies, *International Conference of Control, Dynamic Systems, and Robotics*, 2016, no. 126. DOI:10.11159/cdsr16.126
24. Staack Ingo, Schminder Jörg, Shahid Owais, Braun Robert. Towards a Complete Co-Simulation Model Integration Including HMI Aspects, *Proceedings of the 10th Aerospace Technology Congress*, 2019, Stockholm, Sweden, pp. 112-119. DOI: 10.3384/ecp19162012.
25. Kupriyanov N.A., Proshkin S.A., Stadnik S.V., Solodovnik P.D. *Crede Experto: transport, obshchestvo, obrazovanie, yazyk*, 2022, no. 1, pp. 37-51. DOI 10.51955/23121327_2022_1_37.

26. Medvedev V.I. *IX mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh, posvyashchennaya 58-oi godovshchine poleta Yu.A. Gagarina v kosmos: sbornik trudov*. Krasnodar, Izdatel'skii dom «Yug», 2019, pp. 16-18.

Статья поступила в редакцию 11.12.2022

Одобрена после рецензирования 25.12.2022

Принята к публикации 27.02.2023

The article was submitted on 11.12.2022; approved after reviewing on 25.12.2022; accepted for publication on 27.02.2023