

ПРОБЛЕМЫ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 629.7.021

ББК 39.52

DOI 10.51955/2312-1327_2024_1_166

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ НАГЛЯДНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КОНСТРУКЦИИ И ЛЕТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

*Анатолий Филиппович Пенно,
orcid.org/0009-0006-4514-2848,
кандидат педагогических наук*

*Краснодарское высшее военное авиационное училище
летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова
Министерства обороны Российской Федерации,
ул. Дзержинского, 135
350090, г. Краснодар, Россия
aprenno@mail.ru*

*Юрий Павлович Беловодский,
orcid.org/0009-0001-3777-7900,*

*кандидат технических наук, доцент
Краснодарское высшее военное авиационное училище
летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова
Министерства обороны Российской Федерации,
ул. Дзержинского, 135
350090, г. Краснодар, Россия
yury_belovodsky@mail.ru*

Аннотация. В настоящей статье рассматривается вопрос повышения наглядности образовательного процесса при изучении авиационной техники в летном училище. Проведен анализ учебно-методического комплекса выбранных для исследования учебных дисциплин. Определены противоречия между возрастающими требованиями к подготовке авиационного специалиста и возможностями его обучения в современных условиях. Обосновывается внедрение имитационных динамических 2D-моделей в процесс обучения летного состава, как пути повышения наглядности преподаваемого учебного материала. Представлен вариант компьютерной программы для создания 2D-моделей. На примере авторских разработок показано преимущество имитационных динамических 2D-моделей при изучении конструкции и работы систем и агрегатов самолета и двигателя.

Проведен анализ результатов внедрения разработанных инноваций по повышению наглядности, где зафиксирован рост успеваемости курсантского состава по теоретической подготовке перед выполнением полетов на изучаемом воздушном судне.

Предложены рекомендации по разработке 2D-моделей и их использованию в процессе обучения.

Ключевые слова: авиационная техника, конструкция, эксплуатация, учебная дисциплина, обучение, наглядность, имитационные динамические 2D-модели.

SOME PROPOSALS FOR INCREASING USE OF VISUAL AIDS WHEN STUDYING THE DESIGN AND FLIGHT OPERATION OF AVIATION EQUIPMENT

*Anatoly F. Penno,
orcid.org/0009-0006-4514-2848,
Candidate of Pedagogic sciences
Krasnodar Air Force Institute for Pilots named after
Hero of the Soviet Union A.K. Serov of the Ministry
of Defence of the Russian Federation,
135, Dzerzhinsky street
Krasnodar, 350090, Russia
anpenno@mail.ru*

*Yury P. Belovodsky,
orcid.org/0009-0001-3777-7900,
Candidate of Technical sciences, Associate Professor
Krasnodar Air Force Institute for Pilots named after
Hero of the Soviet Union A.K. Serov of the Ministry
of Defence of the Russian Federation,
135, Dzerzhinsky street
Krasnodar, 350090, Russia
yury_belovodsky@mail.ru*

Abstract. This article discusses the issue of increasing the use of the visual aids of the educational process when studying aviation technology at a flight school. An analysis of the educational and methodological complex of the educational disciplines selected for the study was carried out. The contradictions between the increasing requirements for the training of an aviation specialist and the possibilities of its training in modern conditions are identified. The introduction of simulation dynamic 2D models into the training process of flight personnel is justified as a way of increasing the use of visual aids of educational material taught. A version of a computer program for creating 2D models is presented. Using the example of the author's developments, the advantage of simulating dynamic 2D models in studying the design and operation of aircraft and engine systems and assemblies is shown.

An analysis of the results of the implementation of developed innovations to improve visual aids was carried out. An increase in the performance of cadets in theoretical training before flying the aircraft under study was recorded.

The recommendations for the development of 2D models and their use in the learning process are also offered.

Key words: aviation equipment, construction, operation, academic discipline, teaching, visual aids, simulated dynamic 2D models.

Введение

Изучение конструкции и летной эксплуатации авиационной техники является одним из этапов подготовки высококвалифицированного специалиста в области летной эксплуатации и применения авиационных комплексов.

Качество усвоения теоретического материала напрямую влияет на готовность курсантского и летного состава к выполнению полетов на изучаемом самолете. Твердые знания, полученные на этапе подготовки,

гарантируют безопасность при производстве полетов, что является одним из важнейших приоритетов в профессиональной деятельности летчика.

Развитие авиастроения ведет к созданию новых современных авиационных комплексов, в которых применяются самые последние технологические разработки. Это предопределило необходимость усовершенствования образовательного процесса при подготовке летного состава.

На современном этапе развития разнообразных средств информационных и телекоммуникационных технологий просматривается устойчивое стремление к применению цифровых образовательных ресурсов в системе образования [Девяткина, 2021; Долинский и др., 2013; Azma, 2011], что является катализатором для разработок различных инноваций в методике преподавания учебных дисциплин.

Внедрение современных цифровых технологий в виде объемных изображений, динамических 2D, 3D-моделей расширяет возможности процесса обучения. Динамические и объемные модели способны заменить макеты изучаемых изделий, узлов и агрегатов в виду их дорогого производства или отсутствия как таковых.

Для изучения конструкции воздушного судна, его узлов и агрегатов, несомненно, также требуется современный подход [Дмитренко и др., 2022; Коновальцев и др., 2020; Медведев, 2018] и использование в процессе обучения цифровых образовательных ресурсов. Это позволит обеспечить достижение важнейшей цели инженерного образования – осмысливания обучающимися процессов, происходящих в изучаемых системах, что предопределяет требования как к уровню оснащённости учебного заведения вычислительной техникой и мультимедийными устройствами, так и к методикам проведения различных видов занятий [Куприянов и др., 2022].

Например, для изучения различных радиотехнических систем военного назначения в настоящее время широко применяются учебно-тренировочные средства, состоящие из учебно-тренировочного комплекса (УТК), включающего технические и программные средства, и учебно-методического комплекса, включающего учебно-методическое обеспечение для проведения учебных занятий на УТК. При этом в состав УТК в обязательном порядке входит ПЭВМ моделирования, где размещается программное обеспечение, моделирующее функционирование радиотехнической системы и имитирующее работу штатной аппаратуры при изменении внешней обстановки, технического состояния средств, информационного взаимодействия, в том числе при возникновении аварийных ситуаций [Куракин и др., 2022]. Таким образом, после ознакомления с теорией вопроса применения системы обучающийся имеет возможность приступить к отработке практических вопросов. При этом процесс обучения обладает наглядностью – качеством, необходимым для формирования у обучающихся понимания функционирования изучаемого объекта.

Однако применение рассмотренного выше подхода при изучении некоторых систем воздушного судна не представляется целесообразным.

Действительно, сложно представить учебно-тренировочное средство, демонстрирующее, например, помпаж авиационного турбореактивного двигателя. Изготовление и размещение подобной установки в учебном заведении потребовало бы больших финансовых затрат, а её эксплуатация была бы опасна и крайне затруднительна ввиду необходимости проведения ремонтных работ после каждого применения. При этом очевидно, что наглядность процесса помпажа на подобной установке в интересах учебного процесса сложно назвать достаточной, так как протекающие внутри двигателя процессы всё равно были бы недоступны взору обучающихся.

Таким образом, актуальной научно-практической задачей является поиск путей повышения наглядности процесса изучения конструкции и летной эксплуатации авиационной техники, способного улучшить качество профессиональной подготовки авиационного специалиста. В рамках статьи решение данной задачи рассматривается применительно к дисциплинам «Конструкция и летная эксплуатация воздушного судна», «Конструкция и летная эксплуатация силовых установок».

Материалы и методы

Материалом исследования является процесс преподавания учебных дисциплин согласно рабочим программам по «Конструкции и летной эксплуатации воздушного судна»⁴⁵, «Конструкции и летной эксплуатации силовых установок»⁴⁶.

В процессе изучения учебно-методического комплекса, состояния материальной базы и возможностей по ее совершенствованию обозначились **противоречия** между необходимостью обеспечения заданного уровня подготовки авиационного специалиста, усложнением систем и агрегатов авиационной техники и отсутствием возможности наглядной демонстрации протекающих в них процессов в реальных условиях эксплуатации.

Целью нашего исследования является обоснование возможности устранения возникших противоречий посредством внедрения имитационных динамических 2D-моделей как способа повышения наглядности материала в процессе изучения учебных дисциплин.

Для достижения поставленной цели в проводимом нами исследовании необходимо было решить некоторые **задачи**, а именно:

- провести теоретический анализ учебно-методического материала, используемого в качестве источника получения необходимых знаний;
- методом опроса и анкетирования подтвердить заинтересованность курсантского состава в необходимости применения цифровых технологий в процессе обучения;

⁴⁵ Рабочая программа учебной дисциплины «Конструкция и лётная эксплуатация воздушного судна». КВВАУЛ, 2017. С. 25.

⁴⁶ Рабочая программа учебной дисциплины «Конструкция и лётная эксплуатация силовых установок». КВВАУЛ, 2017. С. 23.

- предложить вариант компьютерной программы для создания имитационных динамических 2D-моделей;
- используя метод сравнения, обосновать преимущество разработанных моделей при изучении авиационной техники перед существующими;
- на основе сравнительного анализа, по результатам текущего контроля, используя мнение обучающихся, а также заключение профессорско-преподавательского состава, показать эффективность внедрения имитационных динамических 2D-моделей.

Практическая значимость заключается в выработке рекомендаций по применению имитационных динамических 2D-моделей, как способа повышения наглядности при изучении конструкции и летной эксплуатации авиационной техники.

Дискуссия

Как правило, учебно-методический материал для изучения предмета находится в печатном виде, в различных учебниках, пособиях, методичках и т.п. Не является исключением и набор учебной литературы по дисциплинам «Конструкция и летная эксплуатация воздушного судна», «Конструкция и летная эксплуатация силовых установок»⁴⁷, изучаемых на базе Краснодарского высшего военного авиационного училища летчиков (КВВАУЛ), кафедры «Конструкции и эксплуатации авиационной техники» (КЭАТ).

Наглядные пособия⁴⁸, даже выполненные в цвете и хорошем качестве, не всегда могут передать суть изучаемого предмета. Статичные рисунки агрегатов или схемы систем самолета усложняют освоение и понимание предлагаемого набора знаний и умений, тем самым затрудняя формирование основных компетенций⁴⁹.

Кроме того, необходимые в процессе изучения конструкции воздушного судна системы, узлы и агрегаты в натуральном виде и разрезе могут не производиться или быть недоступны учебному заведению по различным причинам. Работу некоторых сложных узлов, таких как, например, камера сгорания турбореактивного двигателя, в реальных условиях эксплуатации изнутри продемонстрировать практически невозможно.

Для определения отношения обучающихся к внедрению предлагаемых инноваций нами проводилась неформализованная беседа, а также анкетирование в составе учебных групп курсантов.

⁴⁷ Пенно А. Ф. Конструкция и летная эксплуатация силовой установки. Самолет Як-130: учебное пособие / А. Ф. Пенно, Ю. П. Беловодский, С. В. Стадник. Краснодар: КВВАУЛ, 2021. 196 с.

⁴⁸ Пенно А. Ф. Альбом схем. Конструкция и летная эксплуатация силовой установки. Самолет Як-130: учебное наглядное пособие / А. Ф. Пенно, Ю. П. Беловодский, С. В. Стадник. Краснодар: КВВАУЛ, 2021. 27 с.

⁴⁹ Рабочая программа учебной дисциплины «Конструкция и лётная эксплуатация воздушного судна». КВВАУЛ, 2017. С. 3-4.

Результатом бесед и анкетирования является 100% поддержка и, как следствие, заинтересованность курсантского состава во внедрении в учебный материал имитационных динамических 2D-моделей.

Учитывая мнение профессорско-преподавательского состава, а также личные наблюдения авторов в процессе преподавания учебных дисциплин, можно сделать вывод о том, что существует устойчивый запрос на применение цифровых образовательных ресурсов при изучении сложных технических изделий, которыми, несомненно, является самолет, его системы, узлы и агрегаты.

Теме разработок информационных и телекоммуникационных технологий уделяют внимание многие авторы [Бахметьев, 2015; Медведев и др., 2021; Самбуева, 2023; Современные инновационные ..., 2020; Chinosi et al., 2012; Rutten et al., 2012].

Для своего исследования нами было принято решение для повышения наглядности изучаемого материала остановиться на разработке имитационных динамических 2D-моделей.

На начальном этапе наших исследований, мы предположили, что применение 2D-моделей в процессе изучения конструкции и эксплуатации воздушного судна и его силовой установки способно обеспечить более глубокое усвоение учебного материала по изучаемой дисциплине. Особенности конструкции систем, узлов и агрегатов летательного аппарата, процесс их работы будет более наглядным при использовании разработанных нами динамических моделей.

Для разработки 2D-моделей агрегатов и систем летательного аппарата была выбрана компьютерная программа Adobe Animate⁵⁰.

Adobe Animate – это обновленная, улучшенная интегрированная версия, связанная со всем программным обеспечением Adobe. Программа мультиплатформенная, работает под управлением операционных систем Windows, Mac OS, Linux, Android, iOS и других. Работать с моделью можно не только на компьютерах, но и на смарт-телевизорах, планшетах, смартфонах. Создание анимации – это то, что Adobe предлагает в первую очередь для своего программного обеспечения. Существуют платные и бесплатные программы для компьютерной анимации. Adobe Animate – наследник легендарного Flash и самая популярная программа, позволяющая создавать графические образы в отдельных слоях. Каждый такой образ может получить анимацию движения или анимацию формы. С помощью ключевых кадров может становиться видимым или невидимым, заменяться другим образом, деформироваться и т.п. К создаваемым объектам «Кнопка» может быть написан код на языке JavaScript – это язык программирования, который используется для создания интерактивных приложений. Функции JavaScript могут улучшить удобство взаимодействия пользователя с 2D-моделью.

⁵⁰ Обучение и поддержка для Adobe Animate // [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.adobe.com/ru/products/animate.html> (дата обращения: 04.09.2023)

В данной статье авторами не ставится задача обучения созданию динамических 2D-моделей. Этот аспект заслуживает отдельной публикации.

За основу, при создании динамической 2D-модели, выбирались высокого качества рисунки и схемы агрегатов и систем из технических описаний и других источников по конструкции и эксплуатации воздушного судна и его силовой установки. С использованием компьютерной программы Adobe Animate создавалась имитационная динамическая модель положения деталей агрегата, тем самым добивался эффект демонстрации реальной работы узла самолета. Примером использования данной технологии является разработанный авторами электронный ресурс «Краткая теория авиационных двигателей»⁵¹.

Рассмотрим некоторые примеры имитационных динамических 2D-моделей подробнее.

На рисунке 1 показана статичная схема конструкции замка и клапана герметизации фонаря кабины самолета Як-130 из руководства по технической эксплуатации воздушного судна⁵².

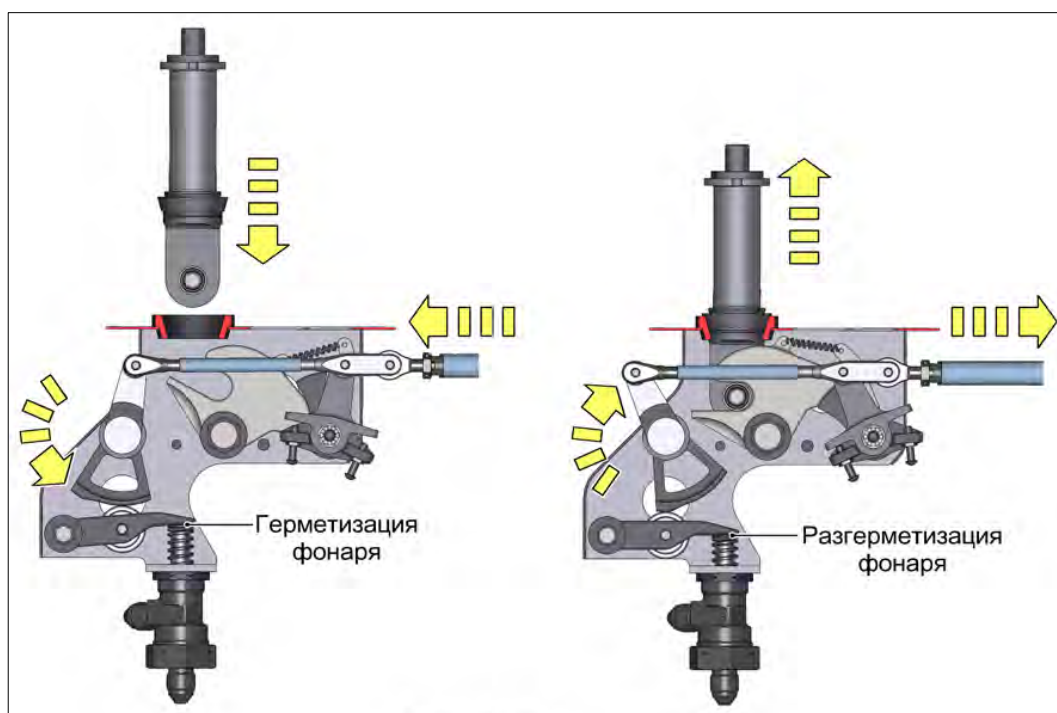


Рисунок 1 – Схема конструкции замка и клапана герметизации фонаря кабины

Процесс работы данного узла самолета объясняется преподавателем, и усвоение материала зависит как от мастерства преподавателя, так и от пространственного мышления обучающегося.

⁵¹ Краткая теория авиационных двигателей // [Электронный ресурс]. – URL: <http://k928295f.bget.ru/index.php?id=174> (дата обращения: 04.09.2023).

⁵² Самолет Як-130. Руководство по технической эксплуатации – Фонарь. М.: ОАО «Корпорация «Иркут», 2013. С. 112.

Использование разработанной нами динамической 2D-модели наглядно показывает работу замка и клапана герметизации в динамике, что, несомненно, улучшает восприятие учебного материала.

Работа замка на закрытие и герметизацию, а также на открытие и разгерметизацию фонаря кабины выполнена в виде имитационной динамической 2D-модели. Некоторые основные точки показаны на рисунке 2.

На экране компьютера (рис. 2а) отображается закрытое положение замка и герметизация фонаря кабины. Описаны основные элементы конструкции.

При наведении курсора на отдельный рисунок сверху всплывает объемное изображение замка (рис. 2б).

Изучив исходное положение, обучающийся переходит к следующему действию, нажав на кнопку «Далее». На экране в динамике показывается процесс открытия замка и разгерметизация фонаря кабины (рис. 2в).

После нажатия на кнопку «Далее» в динамике показан процесс закрытия замка и герметизация фонаря кабины (рис. 2г).

При нажатии на кнопку «Повторить» демонстрация начинается сначала.

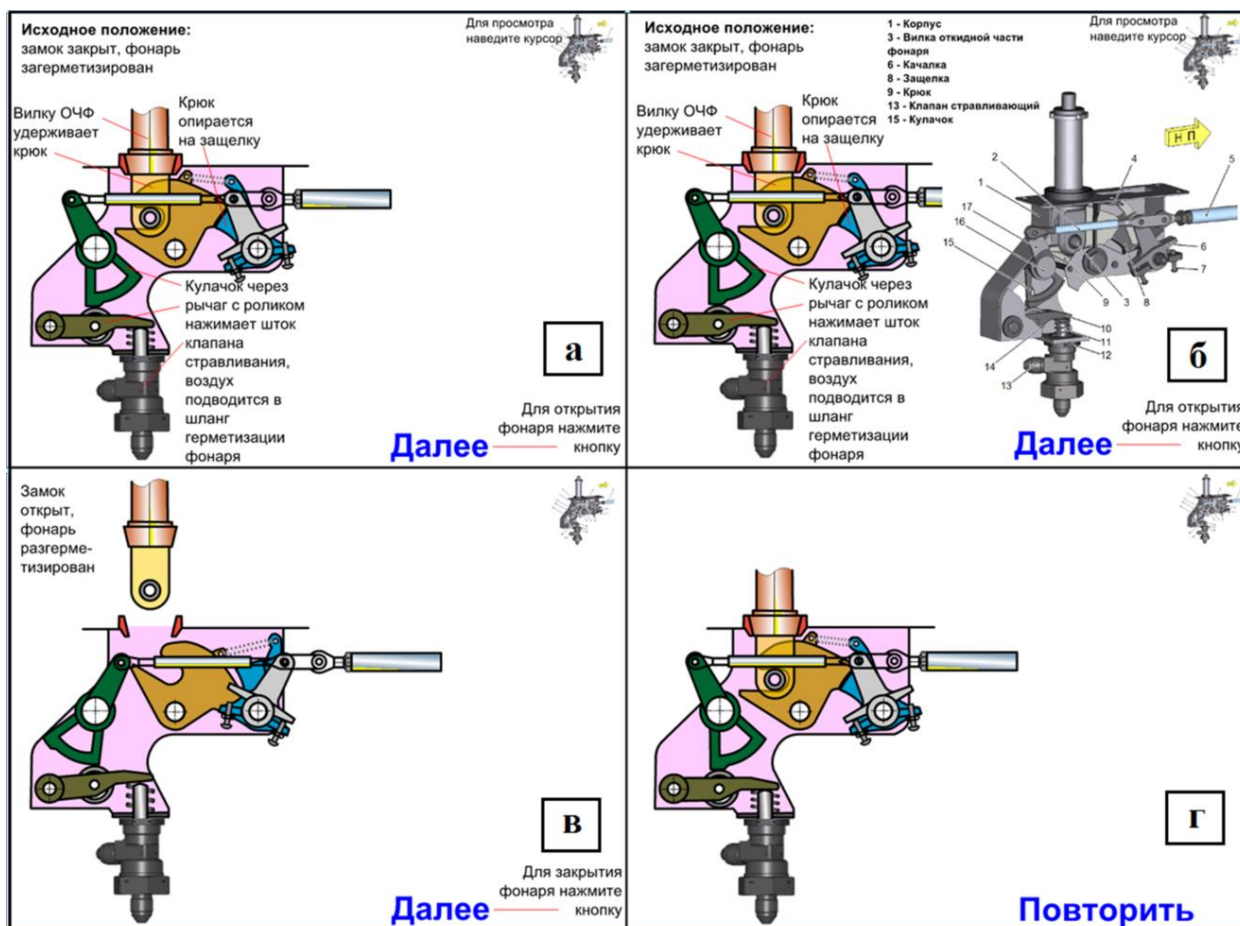


Рисунок 2 – Кинограмма схемы конструкции и работы замка и клапана герметизации фонаря кабины

Преимущества представленной динамической 2D-модели заключаются в том, что обучающийся самостоятельно управляет процессом просмотра, а также в возможности повторения материала в неограниченном количестве.

Еще одним примером использования динамической 2D-модели в процессе обучения является работа системы управления переднего колеса с использованием механизма разворота колеса (МРК) самолета Як-130.

На рисунке 3 показана схема работы системы управления переднего колеса, размещенная в руководстве по технической эксплуатации.

Как и в предыдущем примере, вся наглядная информация статична, и разобраться в процессе работы данной системы довольно затруднительно. Необходимо прибегать к сравнению нескольких схем и к дополнительной помощи преподавателя.

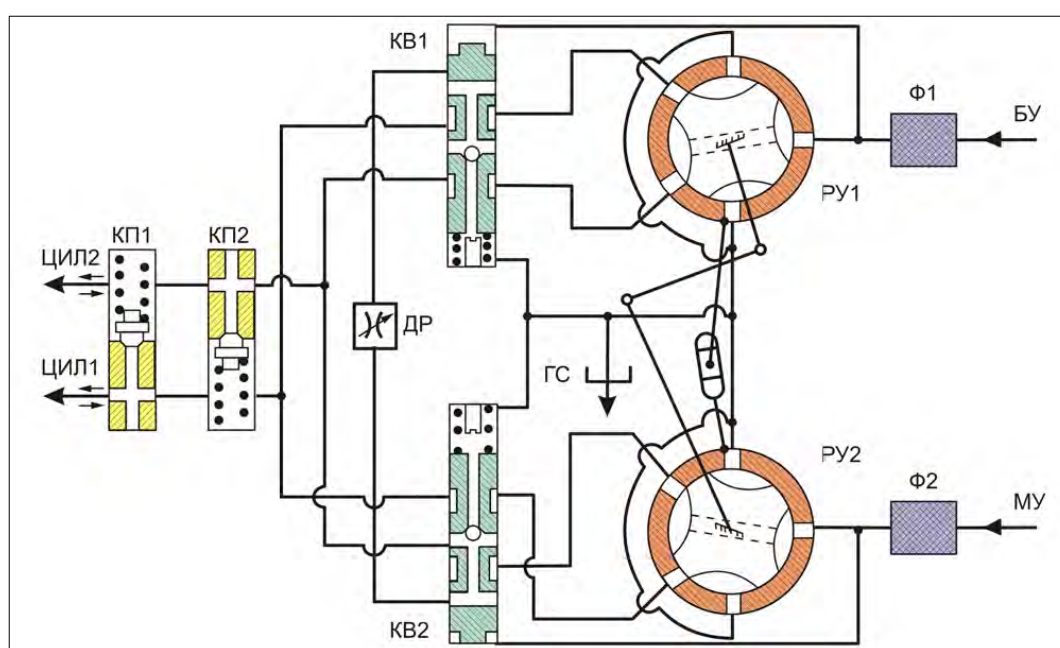


Рисунок 3 – Схема работы системы управления переднего колеса

Разработка имитационной динамической 2D-модели позволила совместить информацию о конструкции и работе системы в одно целое (рис. 4).

На рисунке 4а показана кинограмма расположения деталей и узлов при нейтральном положении педалей. На ней отображены необходимые пояснения и ключевые узлы следящей гидромеханической системы управления с жесткой обратной связью. Информация дает возможность наблюдать и анализировать работу представленной системы.

При нажатии на кнопку «Далее» происходит динамическое изменение положения агрегатов системы, изменение цвета, показывающего движение гидравлической жидкости в линии нагнетания и слива (рис. 4б).

Очередное нажатие кнопки «Далее» (рис. 4в) приводит к тому, что модель зафиксировывает поворот переднего колеса на угол, пропорциональный перемещению педали. Модель содержит указания по контролю над работой узла при дальнейшем перемещении правой педали вперед.

На рисунке 4г показаны динамические изменения после нажатия кнопки «Далее», где отобразилась работа обратной связи от колеса к гильзе золотника.

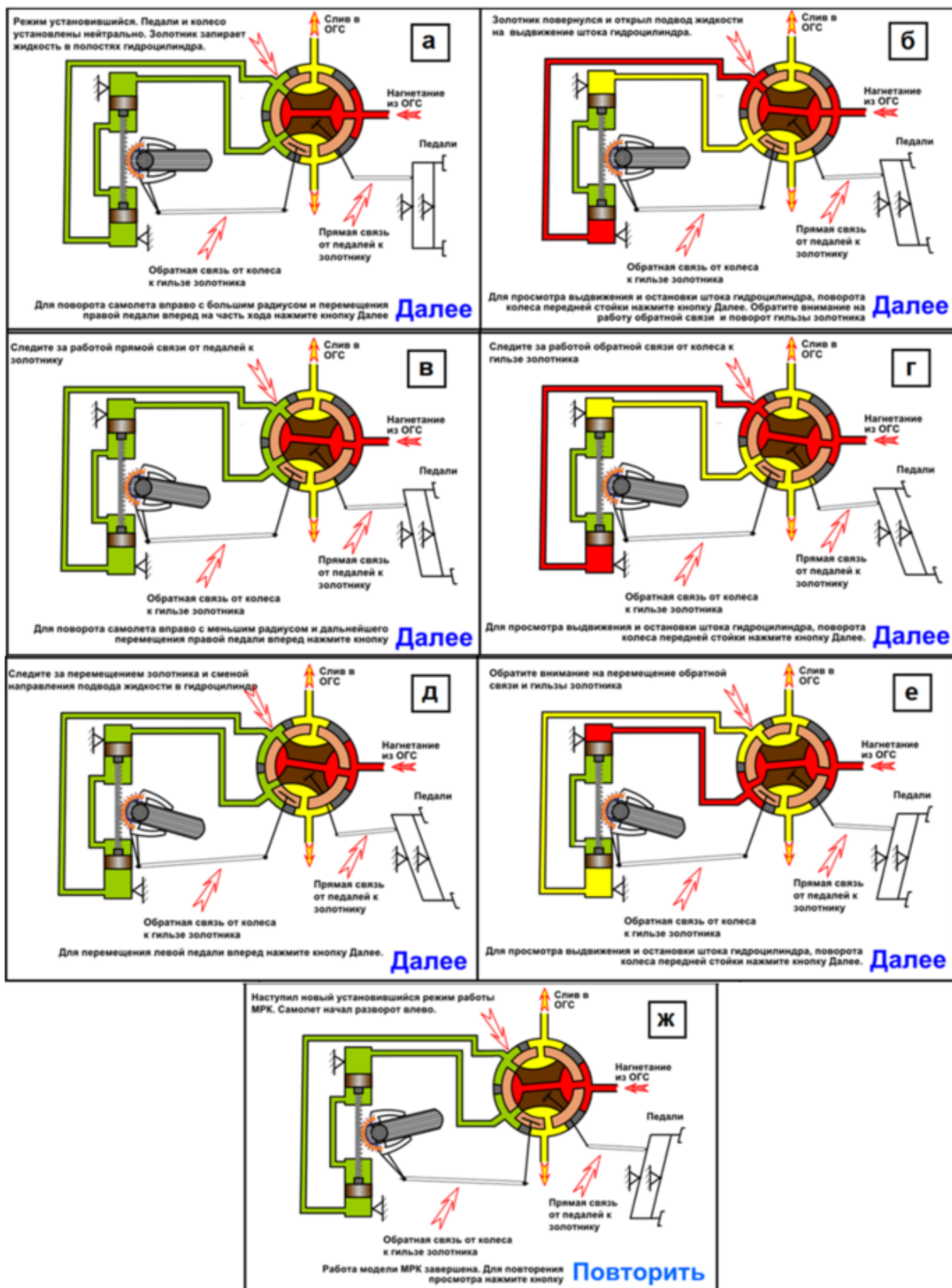


Рисунок 4 – Кинограмма схемы конструкции и работы механизма разворота колеса

Следующее нажатие кнопки «Далее» (рис. 4д) приводит к динамическому показу перемещения золотника и смене направления подвода жидкости в гидроцилиндр МРК.

Нажатие кнопки «Далее» имитирует процесс смены направления перемещения педалей, и работа системы управления поворотом переднего колеса повторяется, но уже с поворотом колеса влево (рис. 4е, 4ж).

Аналогично первому примеру модель предусматривает повторение всего цикла для более глубокого усвоения.

Также при разработке было учтено, что имитационная динамическая 2D-модель позволяет использовать голосовую информацию сопровождения в процессе демонстрации работы. Один из вариантов – наложение записи доклада преподавателя по изучаемому вопросу.

Такой вариант показан в нашем третьем примере, где изучается формирователь команды по приведенным оборотам компрессора высокого давления (КВД) $n_{2пр}$ и регулятор направляющих аппаратов КВД топливной автоматики авиационного двигателя АЛ-31ФП⁵³.

В бумажной версии учебного пособия данные агрегаты представлены на двух отдельных статических изображениях⁵⁴.

Разработанная интерактивная модель (рис. 5) объединила оба названных узла автоматики насоса-регулятора.

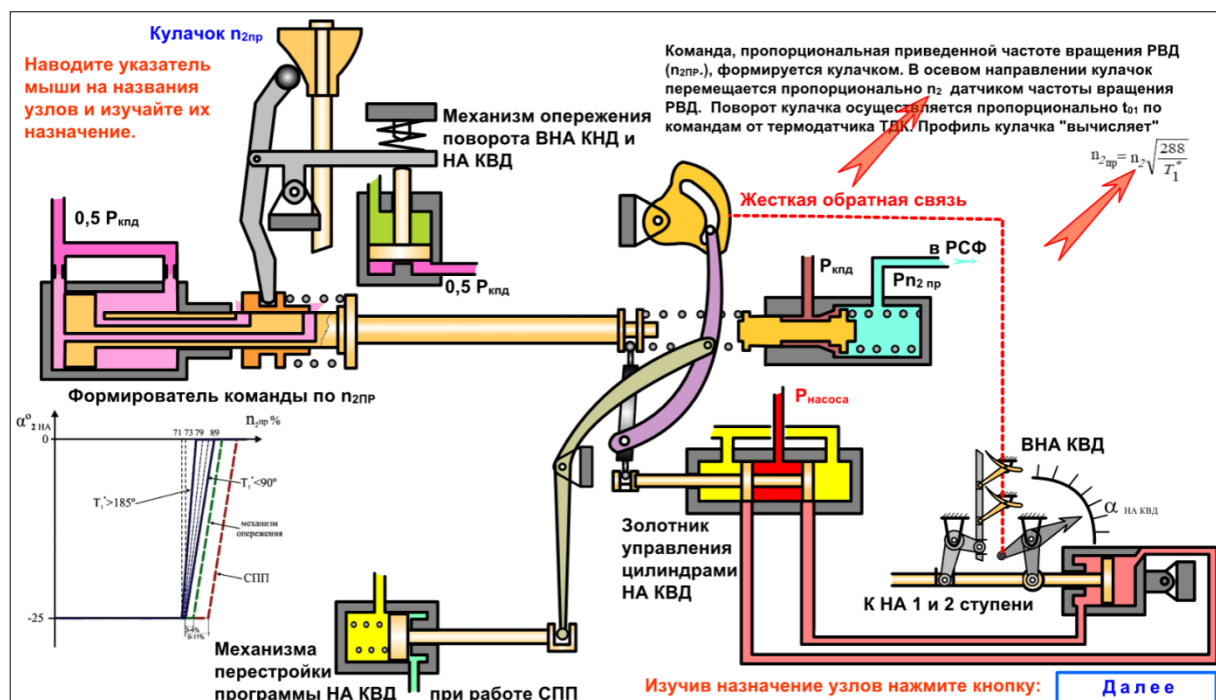


Рисунок 5 – Кинограмма демонстрации динамической 2D-модели с голосовыми пояснениями преподавателя

⁵³ Краткая теория авиационных двигателей // [Электронный ресурс]. – URL: <http://k928295f.bget.ru/index.php?id=174> (дата обращения: 04.09.2023).

⁵⁴ Силовая установка самолета СУ-30СМ: учебное пособие / Ю. П. Беловодский, С. В. Божко, В. Н. Ильин, С. В. Стадник. Краснодар: КВВАУЛ, 2019. 193 с., ил.

Текстовые пояснения этапов работы автоматических регуляторов заменены голосовыми пояснениями преподавателя.

Роль указки, акцентирующей внимание обучающихся, выполняют пульсирующие маркеры. В отличие от указки, их может быть два и более. Появление и перемещение маркеров согласовано по месту и времени с аудиосопровождением. Все элементы схем выполнены подвижными.

Предусмотрен повторный просмотр модели обучающимся самостоятельно до полного усвоения материала.

Как дополнение, существует возможность отдельного прохождения тестов по учебному материалу, используя электронный ресурс⁵⁵.

К вышперечисленному можно добавить, что работа над созданием имитационных динамических 2D-моделей требует досконального изучения предмета, конструкции и принципа работы систем и агрегатов, а привлечение курсантского состава к проекту в качестве помощников разработчика позволяет им ещё более глубоко усвоить изучаемый материал.

Авторами уже разработаны и разрабатываются новые методические комплексы по отдельным учебным дисциплинам, включающие в себя печатные учебные пособия, учебные наглядные пособия (альбомы схем), электронные учебные пособия с использованием имитационных динамических 2D-моделей [Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019621991..., 2019; Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019622006..., 2019] и тестов для обучения и контроля знаний курсантов.

Результаты

Исследование авторами проводилось в процессе изучения курсантами учебных дисциплин «Конструкция и летная эксплуатация воздушного судна», «Конструкция и летная эксплуатация силовых установок» в 2022 и 2023 годах обучения.

В учебно-методический материал преподаваемых дисциплин на 2023 учебный год были внесены изменения, связанные с использованием имитационных динамических 2D-моделей.

Оценка эффективности внесенных изменений складывалась из результатов опроса курсантов по окончании курса, сравнительного анализа успеваемости обучающихся в 2022 и 2023 годах, а также мнения профессорско-преподавательского состава кафедры.

В результате опроса курсанты дали положительный отзыв повышению наглядности учебного материала изучаемых дисциплин, акцентируя внимание на возможности повторного просмотра представленных моделей.

Критерием оценки положительного результата применения разработанных инноваций является качественный рост успеваемости курсантского состава.

⁵⁵ Тест контрольный «Система топливопитания основной камеры сгорания двигателя // [Электронный ресурс]. – URL: http://j91834r6.beget.tech/myfile/tests/al31fp/tren_ts_oks/index.html (дата обращения: 04.09.2023)

Авторами был проведен сравнительный анализ успеваемости по дисциплине «Конструкция и летная эксплуатация силовых установок» на основе результатов промежуточной аттестации курсантов 4 курса 2022 года обучения, контрольная группа (КГ) и курсантов 4 курса 2023 года обучения, экспериментальная группа (ЭГ), где, в связи с принадлежностью и специализацией ВУЗа, за 100 % принимается общее количество курсантов, обучающихся на курсе.

На диаграмме (рис. 6) наглядно показано повышение результатов у ЭГ (2023 г.) в сравнении с КГ (2022 г.). Уменьшился процент с удовлетворительными оценками на 17 %, на 6 % увеличилось количество оценок «хорошо» и на 13 % увеличилось количество оценок «отлично». Среднее значение оценки возросло с 3,79 у КГ до 4,06 у ЭГ. Такой результат доказывает эффективность предложенных авторских разработок.

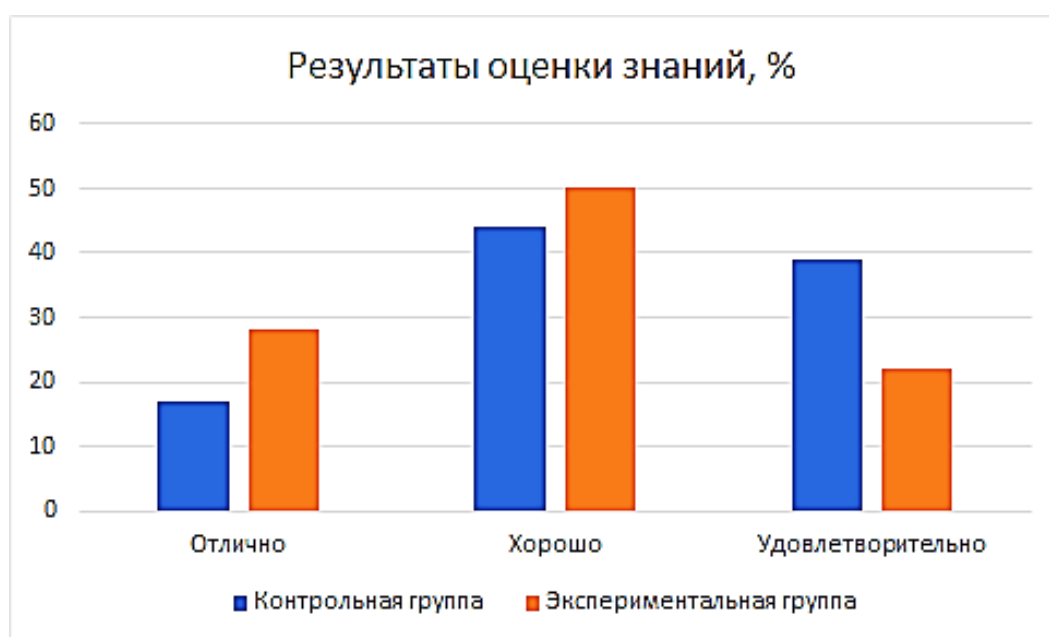


Рисунок 6 – Диаграмма результатов рубежного контроля

Высокую оценку применению имитационных динамических 2D-моделей в свете улучшения наглядности дали преподаватели, ведущие занятия по указанным дисциплинам. В частности, были отмечены снижение количества дополнительных занятий по изучаемым темам и более продуктивная работа курсантов на самоподготовке. Представленные технологии были рассмотрены и утверждены на заседании кафедры КЭАТ КВВАУЛ, рекомендованы к внедрению в учебный процесс и разрабатываемые электронные учебные пособия.

Заключение

Применение разработанных авторами имитационных динамических 2D-моделей в процессе преподавания учебных дисциплин «Конструкция и летная

эксплуатация воздушного судна», «Конструкция и летная эксплуатация силовых установок» выявило ряд положительных факторов, влияющих на качество обучения курсантского состава:

- в значительной степени повышается наглядность устройства систем и агрегатов авиационной техники;
- уменьшаются трудозатраты, и повышается качество знаний курсантского состава при усвоении учебного материала;
- появляется возможность создания виртуальных конструкций, демонстрирующих сложные технические процессы работы узлов самолета и его силовой установки;
- создание имитационных динамических 2D-моделей является одним из путей совершенствования учебно-материальной базы, используемой в процессе обучения;
- внедрение предложенных технологий возможно для других специальных технических дисциплин, преподаваемых в учебном заведении.

Таким образом, предложенные авторами имитационные динамические 2D-модели позволяют повысить наглядность учебного материала, что благоприятно сказывается на процессе обучения. Использование виртуальных моделей в определенной степени устраняет противоречия между усложнением авиационной техники, высокими требованиями к подготовке летного состава и необходимостью соответствия этим требованиям образовательного процесса.

Из этого следует, что внедрение в учебно-методический комплекс дисциплины имитационных динамических 2D-моделей будет способствовать качественному улучшению теоретических знаний курсантов, гарантирующих их готовность к выполнению полетов на изучаемом воздушном судне.

Библиографический список

- Бахметьев Д. А.* Учебная анимация и пути ее применения в современном образовании // Вестник МГПУ. Серия: Педагогика и психология. 2015. № 4(34). С. 118-121. EDN VBNQRH.
- Девяткина А. Д.* Характерные особенности дизайна интерактивной электронной книги // Искусствоведение и дизайн в современном мире: традиции и перспективы: Сборник материалов Всероссийской XIV научно-практической конференции молодых учёных, Тамбов, 19 мая 2021 года / Редколлегия: И. В. Татаринцева, В. В. Черемисин, К. В. Филатова. Тамбов: Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, 2021. С. 209-213. EDN JUAECO.
- Дмитренко А. Ю.* Формирование интеллектуальных профессионально важных качеств у курсантов авиационных вузов / А. Ю. Дмитренко, А. Н. Анищенко, Е. В. Добриков // Педагогика: история, перспективы. 2022. Т. 5, № 1. С. 23-39. DOI 10.17748/2686-9969-2022-5-1-23-39. EDN ADKTSZ.
- Долинский М. С.* Интерактивная анимация в электронных учебных пособиях, создаваемых с помощью конструктора флеш-заданий / М. С. Долинский, Ю. В. Решетько, М. А. Долинская // Информатизация образования. 2013. № 1 (70). С. 30-38. EDN YWWHGW.

Коновальцев Э. В. Изучение мотивационной направленности курсантов Краснодарского высшего военного авиационного училища летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова набора 2015 года / Э. В. Коновальцев, С. Г. Беспалая // Инновационные технологии в образовательном процессе: сборник материалов XXI Всероссийской заочной научно-практической конференции, Краснодар, 27–28 мая 2020 года. Краснодар: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова» Министерства обороны Российской Федерации, 2020. С. 142-147. EDN VXSQEG.

Куприянов Н. А. Методика индивидуальных синтеза и анализа RLC-контура на практическом занятии по физике / Н. А. Куприянов, Е. Э. Лукоянов, С. В. Стадник // Сборник трудов международной молодёжной школы «Инженерия - XXI»: Сборник трудов Второй международной научно-практической конференции и международной молодёжной школы, Новороссийск, 21–22 апреля 2022 года. – Новороссийск: Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» в г. Новороссийске, 2022. – С. 103-104. – EDN UHCLZZ.

Куракин С. З. Особенности интеграции учебно-тренировочных средств радиотехнических систем в образовательный процесс вузов / С. З. Куракин, Н. А. Куприянов, А. С. Степенко // Интеграция науки и образования в системе подготовки военных специалистов: Сборник научных трудов по материалам III Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 21 октября 2022 года / Отв. редактор Т.В. Ларина. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2022. – С. 84-94. – EDN TLQHW P.

Медведев В. И. Виртуальная реальность с новыми разработками - к новым рубежам / В. И. Медведев, Д. А. Шишленин // Вестник военного образования. 2021. № 4(31). С. 72-76. EDN PJVDVR.

Медведев В. И. ОПК и система военного образования: неотъемлемая часть военной организации государства // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2018. № 2. С. 323-326. EDN LZAXKP.

Самбуева С. Р. Использование интерактивных методов обучения физике // Аграрное образование в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: материалы IV Всероссийской (национальной) научно-методической конференции, Улан-Удэ, 22 марта 2023 года. Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2023. С. 238-245. EDN GCMCCC.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019621991 Российская Федерация. Электронно-методический комплекс по дисциплине «Силовая установка самолета Як-130»: № 2019621903: заявл. 17.10.2019: опублик. 01.11.2019 / С. В. Стадник, Ю. П. Беловодский, А. Ф. Пенно. EDN AJHTVV.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019622006 Российская Федерация. Электронно-методический комплекс по дисциплине «Силовая установка самолета Су-30СМ»: № 2019621904: заявл. 17.10.2019 : опублик. 06.11.2019 / С. В. Стадник, Ю. П. Беловодский, В. Н. Ильин. EDN VAXRCG.

Современные инновационные образовательные технологии / С. С. Демцура, И. И. Плужникова, Д. С. Гордеева и [др.] // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9. № 4(33). С. 57- 61. DOI 10.26140/bgz3-2020-0904-0016. EDN QSMCPA.

Azma F. The Quality Indicators of Information Technology in Higher Education // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2011. Vol. 30. P. 2535–2537.

Chinosi M. BPMN: An introduction to the standard / M. Chinosi, A. Trombetta // Computer Standards & Interfaces. 2012. 34(1). pp. 124–134.

Rutten N. The learning effects of computer simulations in science education / N. Rutten, W. R. Van Joolingen, J. T. Van der Veen // Computers & Education. 2012. Vol. 58. Issue 1. P. 136-153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>.

References

- Azma F. (2011). The Quality Indicators of Information Technology in Higher Education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 30: 2535–2537.
- Bakhmetyev D. A. (2015). Educational animation and ways of its application in modern education. *Bulletin of Moscow State Pedagogical University. Series: Pedagogy and psychology*. 4(34): 118-121. (In Russian)
- Chinosi M., Trombetta A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*. 34(1): 124–134.
- Demtsura S. S., Pluzhnikova I. I., Gordeeva D. S. [et al.]. (2020). Modern innovative educational technologies. *Baltic Humanitarian Journal*. 9. 4(33): 57-61. (In Russian)
- Devyatkina A. D. (2021). Features of the design of an interactive e-book. *Art history and design in the modern world: traditions and prospects: collection. mater. All-Russian. XIV scientific-practical. conf. young scientists (Tambov May 19, 2021) / rep. ed.: I. V. Tatarintseva*. Tambov: TSU named after G.R. Derzhavina, 2021. 209-213. (In Russian)
- Dmitrenko A. Yu., Anishchenko A. N., Dobrikov E. V. (2022). Formation of professionally important intellectual qualities among cadets of aviation universities. *Pedagogy: history, prospects*. 5(1): 23-39. DOI 10.17748/2686-9969-2022-5-1-23-39. EDN ADKTSZ. (In Russian)
- Dolinsky M. S., Reshetko Yu. V., Dolinskaya M. A. (2013). Interactive animation in electronic textbooks created using a flash task designer. *Informatization of education*. 1(70): 30-38. (In Russian)
- Konovaltsev E. V., Besspalaya S. G. (2020). Study of the motivational orientation of cadets of the Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots named after Hero of the Soviet Union A.K. Serova recruit of 2015. *Innovative technologies in the educational process: collection of materials of the XXI All-Russian correspondence scientific and practical conference, Krasnodar, May 27–28, 2020. Krasnodar: Federal State Treasury Military Educational Institution of Higher Education “Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots named after Hero of the Soviet Union A.K. Serov” of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 2020. pp. 142-147. EDN VXSQEG*. (In Russian)
- Kupriyanov N. A. Methodology for individual synthesis and analysis of an RLC circuit in a practical lesson in physics / N. A. Kupriyanov, E. E. Lukoyanov, S. V. Stadnik // Collection of works of the international youth school “Engineering - XXI”: Collection proceedings of the Second International Scientific and Practical Conference and International Youth School, Novorossiysk, April 21–22, 2022. – Novorossiysk: Branch of the federal state budgetary educational institution of higher education “Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov” in Novorossiysk, 2022. – P. 103-104. – EDN UHCLZZ. (In Russian)
- Kurakin S. Z. Features of the integration of educational and training means of radio engineering systems into the educational process of universities / S. Z. Kurakin, N. A. Kupriyanov, A. S. Stepenko // Integration of science and education in the system of training military specialists: Collection of scientific works based on materials from the III All-Russian Scientific and Practical Conference, Voronezh, October 21, 2022 / Rep. editor T.V. Larina. – Voronezh: Publishing and Printing Center “Scientific Book”, 2022. – P. 84-94. – EDN TLQHWP. (In Russian)
- Medvedev V. I. (2018). Defense industrial complex and the system of military education: an integral part of the military organization of the state. *Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin)*. 2: 323-326. EDN LZAXKP. (In Russian)
- Medvedev V. I., Shishlenin D. A. (2021). Virtual reality with new developments - to new frontiers. *Bulletin of military education*. 4(31): 72-76. (In Russian)
- Rutten N., Van Joolingen W. R., Van der Veen J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*. 58(1): 136-153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>.
- Sambueva S. R. (2023). Using interactive methods of teaching physics. *Agricultural education in the conditions of modernization and innovative development of the Russian agro-industrial*

complex. Materials of the IV All-Russian (national) scientific and methodological conference. Ulan-Ude, 2023. pp. 238-245. (In Russian)

Stadnik S. V., Belovodsky Yu. P., Ilyin V. N. (2019). Electronic methodological complex for the discipline “Power plant of the Su-30SM aircraft”: Database registration certificate. RU 2019622006, 06.11.2019. Application No. 2019621904 dated 10/17/2019. (In Russian)

Stadnik S. V., Belovodsky Yu. P., Penno A. F. (2019). Electronic methodological complex for the discipline “Power plant of the Yak-130 aircraft”: Database registration certificate. RU 2019621991, 01.11.2019. Application No. 2019621903 dated 10/17/2019. (In Russian)