

Научная статья

УДК 378.016

DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1276

Tatyana Evgenievna Tarasova

Candidate of Pedagogy, Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Applied Mathematics
and Information Technology Security,
Saint Petersburg State Fire Service University
of Emercom of Russia
Saint Petersburg, Russian Federation
tarasovate@yandex.ru

Татьяна Евгеньевна Тарасова

канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедры «Прикладная математика и безопасность
информационных технологий»,
Санкт-Петербургский университет Государственной
противопожарной службы МЧС России имени Героя
Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева
Санкт-Петербург, Российская Федерация
tarasovate@yandex.ru

СИСТЕМО-ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ КУРСАНТОВ ВОЕННЫХ ВУЗОВ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

5.8.7 — Методология и технология профессионального образования

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы использования средств компьютерных технологий автоматизированного проектирования в системе профессиональной подготовки курсантов военных вузов. Владение современными информационными технологиями в стационарных и полевых условиях является важной компонентой в подготовке современного специалиста в области техники и оборудования гражданского и военного назначения. Рассматривается актуальность использования российского программного обеспечения для технологии автоматизированного проектирования с позиций импортозамещения.

В ходе исследования проанализированы и определены общие проблемы в понимании курсантами первых курсов всего комплекса производственного цикла от постановки задачи проектирования и до выпуска конечного образца разработанной модели. Предложены учебные мероприятия при изучении курсантами дисциплины «Системы автоматизированного проектирования» (САПР), позволяющие повысить уровень понимания этапов и технологии проектирования. Сделана попытка проецирования опыта проведения специальной военной операции на территории Украины на содержание практических заданий по названной дисциплине для курсантов младших курсов.

Использование системно-интегративного подхода к обучению технологиям проектирования в рамках учебной дисциплины САПР помогает курсантам на практике овладеть всеми его этапами от составления технического задания до изготовления отдельных деталей сложной боевой техники на лабораторном оборудовании. Рассматриваются возможности использования полученных курсантами навыков в полевых условиях, включая периоды пребывания в зоне проведения специальной военной операции. Установлена эффективность предлагаемого подхода к обучению для формирования целостного представления о технологии проектирования, его этапах, особенностях. Применение современных информационных технологий для моделирования нестандартных образцов военной техники способствует развитию образного мышления и сокращает время принятия решения в экстремальных условиях.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, технологии проектирования, твердотельное моделирование, поверхностное моделирование, каркас, винты, системы автоматизированного проектирования, обучение, военный вуз, специальная военная операция

Для цитирования: Тарасова Т. Е. Системно-интегративный подход к обучению курсантов военных вузов технологии моделирования в системе автоматизированного проектирования деталей специальной техники // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 2(71). С. 322—327. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1276.

Original article

SYSTEM-INTEGRATIVE APPROACH TO TRAINING CADETS OF MILITARY UNIVERSITIES IN COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS MODELING TECHNOLOGIES OF SPECIAL EQUIPMENT PARTS

5.8.7 — Methodology and technology of vocational education

Abstract. The article considers current issues of using computer-aided design technologies in the system of professional training of cadets of military higher education institutions. Mastering modern information technologies in stationary and field conditions is an important component in the training of a modern specialist in the field of civil and military engineering and equipment. The relevance of using Russian software for automated design technology from the standpoint of import substitution is considered.

During the study, common problems in understanding by first-year cadets of the entire complex of the production cycle from setting the design task to releasing the final sample of the developed model were analyzed and identified. Training activities are proposed for cadets studying the discipline “Computer-aided design systems” (CAD), to increase the level of understanding of the stages and technology of design. An attempt was made to project the experience of conducting the special

military operation onto the content of practical assignments in this discipline for junior cadets.

The use of a system-integrative approach to teaching design technology within the framework of the academic discipline CAD helps cadets master all its stages in practice from drawing up a technical assignment to manufacturing individual parts of complex military equipment on laboratory equipment. The possibilities of using the skills acquired by cadets in field conditions, including periods of stay in the area of a special military operation, are considered. The effectiveness of the

proposed approach to training for the formation of a holistic understanding of design technology, its stages, and features is established. The use of modern information technologies for modeling non-standard samples of military equipment contributes to the development of imaginative thinking and reduces the time for decision-making in extreme conditions.

Keywords: *information and communication technologies, design technologies, solid modeling, surface modeling, frame, screws, computer-aided design systems, training, military university, special military operation*

For citation: Tarasova T. E. System-integrative approach to training cadets of military universities in computer-aided design systems modeling technologies of special equipment parts. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2025;2(71):322—327. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1276.

Введение

Актуальность. В условиях стремительно меняющихся требований к стратегически важным технологиям и технике как никогда становится актуальным и жизненно необходимым формирование системного подхода к решению сложных задач, ориентированных на сохранение имеющегося промышленного потенциала и постоянное его повышение в интересах безопасности государства. Это обусловлено не только квалификационными требованиями, но и спецификой современного производства и воинской службы. Поэтому образовательные программы, применяемые в вузах Министерства обороны РФ и Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий, предусматривают получение курсантами навыков определения полного цикла работ по проектированию новых изделий и выполнения восстановительных операций поврежденного оборудования, в т. ч. с использованием систем автоматизированного проектирования.

Изученность проблемы. В качестве базового программного продукта для освоения технологий автоматизированного проектирования наилучшим выбором является отечественная CAD-система. В работах Т. Е. и А. В. Тарасовых [1; 2] отмечено, что современная политическая ситуация не дает пользователям зарубежных программных продуктов уверенности в их дальнейшем использовании и технической поддержке. Научно-исследовательские институты и производственные компании продолжают активно искать новые решения для разработки современных САПР. Например, Н. А. Денисовой [3] указывается, что в Институте цифровых технологий РФЯЦ-ВНИИЭФ разрабатывается Комплекс программ в защищенном исполнении «Система полного жизненного цикла изделий «Цифровое предприятие» — система автоматизированного проектирования (САПР), основанная на базе интегрированной инженерной программной платформы и программно-математического ядра трехмерного моделирования *RGK*. Российские вузы в большинстве своем перешли на отечественные программные решения в области САПР и активно внедряют в учебный процесс передовые методики обучения студентов проектированию в САПР объектов разного назначения. Т. Г. Девжеева [4] обращает внимание на важность учета особенностей формирования профессиональных компетенций при изучении дисциплин, связанных с САПР. Обучение конструкторскому аспекту профессиональной деятельности инженера с использованием системного подхода рассматривается в работах В. В. Смирнова, А. Г. Овчаренко, А. Н. Ромашева, А. М. Фирсова [5], Н. В. Палий [6], И. Черанева [7]. Важность подготовки высококлассного

военного специалиста, обладающего навыками решения сложных технических задач, особенно в условиях ведения боевых действий, обосновывается С. В. Костаревым, Ю. С. Остроумовой, С. Д. Ханиным [8], И. Д. Манько [9], Р. В. Стрельцовым [10]. Содержание учебной дисциплины САПР формируется с учетом межпредметных связей и профессиональной направленности в зависимости от специальности, по которой обучаются студенты или курсанты. Об этом в своих исследованиях заявляют К. С. Плюхин, Р. З. Гумиров [11], И. С. Фролов, А. М. Ушаков, Е. В. Гунина [12], И. А. Абрамова [13], И. В. Кодукова, А. Л. Коновалов, С. А. Майстер [14], С. О. Игнатъев, А. А. Лушкин, С. А. Махиборода [15].

Целесообразность разработки темы. Учебные планы предусматривают изучение технологии работы в САПР чаще всего или в курсе дисциплины «Инженерная графика», которая традиционно изучается на первом курсе, или на старших курсах в рамках дисциплин специализации. В случае, когда дисциплина САПР изучается во втором или третьем семестрах, возникают определенные сложности, базирующиеся на недостаточном уровне подготовленности обучающихся к полноценному проектированию технических объектов. Причины кроются в том, что у них не в полной мере сформированы компетенции по разработке и чтению чертежей, недостает знаний по специальным дисциплинам в силу того, что эти дисциплины будут изучаться на более старших курсах. Постановка строго формализованной задачи и подготовка технической документации в формате технического задания также вызывает у курсантов определенные трудности. Здесь накладывается еще и проблема незнания ими специализированной нормативной и справочно-правовой документации, а также имеют место сложности с формулированием текстовой части документов для работы.

Использование системно-интегративного подхода к обучению технологиям проектирования в рамках учебной дисциплины «САПР», как показало исследование, должно помочь курсантам на практике овладеть всеми его этапами от составления технического задания до изготовления отдельных деталей сложной боевой техники [7; 8].

Цель исследования — обоснование необходимости системно-интегративного подхода к обучению курсантов младших курсов военных вузов по отдельным разделам технических дисциплин, связанных с проектными работами над образцами нестандартной военной техники.

Задачи исследования заключались в выявлении основных трудностей курсантов связанных с технологиями проектирования; в разработке группы лабораторно-практических

заданий на основе системно-интегративного подхода; в проведении моделирования деталей военной техники и проведения ремонтно-восстановительных работ на основе практического опыта, приобретенного в зоне специальной военной операции на территории Украины (далее — СВО).

Научная новизна исследования определяется тем, что предложены учебные мероприятия на основе системного подхода при изучении курсантами дисциплины «Системы автоматизированного проектирования» (САПР), позволяющие повысить уровень понимания этапов и технологии проектирования с учетом проецирования опыта проведения специальной военной операции на содержание практических заданий.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке комплексного системно-интегративного подхода при изучении технологии проектирования с курсантами военного технического вуза.

Практическая значимость работы заключается в разработке предложений по оптимизации методов обучения проектным работам курсантов первых курсов. Для цикла практических и лабораторных занятий разработаны и внедрены в учебный процесс учебно-методические рекомендации для обучающихся, подготовлены учебно-наглядные пособия (плакаты) для компьютерных классов.

Основная часть

Методы и материалы исследования. Исследование опиралось на следующие методы: анализ и обобщение научной и учебно-методической литературы, опрос участников учебного процесса, систематизация данных, статистическая обработка данных, моделирование ситуаций практической деятельности курсантов в боевых условиях.

Учебный план специальности, участвующий в исследовании, предусматривал изучение САПР во втором семестре, а дисциплины, связанные с проектированием и технологией производства транспортной техники — в седьмом и восьмом семестрах. Такое предметное распределение накладывало ограничения на тематическое содержание дисциплины. Проблема недостаточного уровня подготовленности курсантов обсуждалась на всех уровнях межкафедрального взаимодействия, озвучивалась в докладах на научно-практических вузовских конференциях. Квалификационными требованиями выпускника исследуемой специальности предусмотрены компетенции в первую очередь по обслуживанию и ремонту транспортной техники, а не по проектированию входящего в нее оборудования. На этом основании проводилось формирование рабочей программы и тематического плана учебной дисциплины.

Важным элементом вооружения и оснащения войск на сегодняшний день стали беспилотных летающих аппаратов (далее — БПЛА), являющиеся, по сути своей, глазами бойцов — защитников Родины, о чем было сказано в ходе посещения президентом России В. В. Путиным научно-производственного предприятия «Радар ММС» в Санкт-Петербурге, специализирующемся на создании радиоэлектроники и беспилотных систем. Расчет и моделирование отдельных узлов БПЛА является сложным многогранным процессом, требующим стационарного оснащения промышленным оборудованием, однако и в полевых условиях можно выполнять некоторые операции по изготовлению нестандартных деталей, получающих повреждения в ходе ведения боевых действий. На этом основании курсантам была предложена тема для группы лабораторно-

практических занятий по моделированию деталей образцов военной техники на примере винтовых элементов узлов и агрегатов с учетом возможности их изготовления в мобильных передвижных лабораториях в районах линии боевого соприкосновения.

Технические винты присутствуют в разных видах технического оборудования. Это могут быть гребные винты беспилотных катеров, крыльчатки вентиляторов двигателей, лопасти и пропеллеры летательных аппаратов. Сложность технологии моделирования и производства винтов напрямую связана с различными параметрами, среди которых следует выделить следующие: диаметр винта и ступицы, шаг винта, число лопастей, направление винтовой линии в пространстве, форма лопастей и их сечения, массогабаритные показатели, материал (металл, углепластик, дерево, композиционные материалы, нержавеющая сталь и др.) [16]. В процессе проектирования винтов следует учитывать технологию получения заготовок и их дальнейшей обработки — механической, химико-термической, использование пресс-форм, вакуумное напыление и др. [17; 18].

Основной задачей обучения курсантов в ходе изучения темы «Технологии проектирования» стало формирование у них понимания важности каждого этапа выполняемых работ, знакомство с методикой разработки рабочей документации, анализ, обработка данных моделирования, оформление отчетной и аналитической информации на примере работы с деталями для БПЛА.

Проведенные автором исследования выявили ряд заданий, которые курсанты младших курсов самостоятельно выполнить в полной мере не готовы. В частности, из двух групп общей численностью 52 чел. в ходе предварительного опроса и входного тестового контроля по группе практических занятий выяснилось, что без подробного объяснения подробностей по работе с заданиями могли бы справиться совокупно не более 30 % обучающихся (по каждому пункту):

- разработка технического задания на выполнение отдельного этапа работ — 20 %;
- использование измерительных инструментов — 25 %;
- разработка чертежа детали с нанесением необходимых размеров и иных обозначений — 35 %;
- анализ и обобщение результатов моделирования с занесением в протокол отчета — 15 % и т. д.

Предполагается, что на первом этапе обучающимся выдается образец условно поврежденной детали, по которой необходимо оценить характер возможных повреждений, предложить метод восстановления или изготовления детали, составить техническое задание на комплекс выполняемых работ. Второй этап предусматривает выбор технологии моделирования в САПР и проведение виртуальных испытаний подготовленной модели. Третий этап заключается в подготовке итоговой технической документации и «сдаче объекта».

На занятиях учебная группа делится на несколько «бригад», каждая из которых выступает и в роли заказчика и в роли исполнителя. На начальном этапе курсантам следует определить особенности изготовления детали или сборочной единицы и обсудить всю технологическую цепочку, включая станки, оборудование, необходимое программное обеспечение для моделирования. Основные затруднения на данном этапе у обучающихся состоят в неумении строгой формализации заданий, которые курсанты описывают в разрабатываемом техническом задании. Использование

на занятии игрового приема «Заказчик — Исполнитель» достаточно быстро снимают большинство вопросов. Преподаватель должен контролировать и при необходимости корректировать действия «бригады», моделируя проблемные ситуации.

Практика показала, что определенные трудности у обучающихся младших курсов вызывает проведение обмеров деталей неявно выраженной формы, к которым можно отнести винтовые поверхности, для подготовки ремонтного чертежа. Курсантам предлагается оценить эффективность нескольких способов выполнения измерений исследуемых деталей с точки зрения оптимальности применения их в реальных условиях. В ряду таких способов рассматривается как непосредственное измерение габаритных размеров, так и моделирование с использованием трехмерного сканирования. После выбора метода трехмерного моделирования курсантам в ознакомительном режиме доводится технология работы с облаком точек, получаемом в результате трехмерного сканирования исходного объекта.

Все САПР, такие как КОМПАС, *NanoCAD*, *T-Flex* и др., позволяют формировать параметрическую твердотельную модель по отдельным сечениям, количеству которых напрямую влияет на точность проектирования. Второй способ предусматривает поверхностное и каркасное моделирование, которое активно применяется в разных областях машиностроения, судостроения, строительства и архитектуры. Скрученные и винтовые поверхности могут быть созданы разными командами, например, «по сети кривых» или «по сети точек». В отдельных случаях этот способ отмечается как предпочтительный перед кинематическим твердотельным моделированием вследствие меньших совокупных затрат. В учебных целях курсанты разрабатывают трехмерную модель двумя способами с выбором оптимального решения.

На следующем этапе проектирования курсантам предлагается провести виртуальные испытания нагрузки на объект проектирования. Для этого в САПР КОМПАС-3D предусмотрены приложения *APM FEM*, *KompasFlow*, в которых лопасть может проверена на прочность, в случае необходимости могут быть поведены аэродинамические расчеты подъемной силы. Для выработки решения по дальнейшему использованию детали в условиях реальной эксплуатации обучающиеся изменяют параметры детали: материал, нагрузку, геометрию лопасти, и делают соответствующие выводы о надежности разработанной конструкции объекта моделирования с обязательным оформлением протокола испытаний.

При наличии в учебной лаборатории оборудования для аддитивной печати, станков с ЧПУ, если таковые предусмотрены технологией изготовления детали, необходимо сформировать управляющую программу в специализированном программном обеспечении и визуализировать траекторию движения инструмента при обработке детали. Некоторые из них это «ГеММа-3D», «АДЕМ САМ для КОМПАС-3D», «Модуль ЧПУ. Фрезерная обработка», «САРУС-САМ» и мн. др. После изготовления детали точность ее форм можно проверить, используя технологию 3D-сканирования и сравнения с оригиналом в САПР при помощи облака точек.

Результаты и обсуждение исследования. По итогам проведенного практикума курсанты обучаются технологии разработки технического задания на выполнение разных

видов работ, составлению технологической карты ремонта, выбору инструментов для проведения обмеров детали, обоснованному выбору метода моделирования. Немаловажным этапом практикума является выполнение документации, содержащей аналитическую и описательную информацию.

Тестовый контроль и итоговый опрос обучающихся показал, что выполнение описанного объема работ в целом повысило комплексное понимание проблемы. Отмечено уменьшение времени на подготовку документов проектирования как минимум на 25 % при качественном улучшении их содержательной части на 30 %. Курсанты получили навык самостоятельно определять технологию ремонта поврежденных образцов, в т. ч. в полевых условиях в мобильных передвижных лабораториях, и подготавливать ремонтные чертежи. На основе данных текущего и промежуточного контролей отмечено повышение правильности разработки чертежей на 48 %.

Преподавание дисциплины автором проводилось почти десять лет, в течение которых осуществлялось формирование банка заданий, контрольных материалов, периодически проводились актуализация содержания с учетом общественно-политической обстановки в стране и мире. Предлагаемый подход к обучению курсантов первого курса технологиям проектирования показал свою эффективность, что отражено в аналитических и статистических отчетах предметно-методической комиссии, ряде научных статей, отчетах кафедры по науке [1; 2]. В 2021 г. электронный учебник «Системы автоматизированного проектирования» (авторы — Г. Е. и А. В. Тарасовы) был представлен на форуме «Армия 2021». Для повышения уровня наглядности были разработаны плакаты, иллюстрирующие все этапы проводимых учебных мероприятий. Таким образом гипотеза, высказанная в начале исследования об эффективности предлагаемого системно-интегративного подхода к изучению темы «Технологии проектирования» получила подтверждение.

Выводы

На современном этапе развития конструкторско-технологических методов подготовки производства деталей и узлов машин, требуется знание всех этапов проектирования с применением программных комплексов САПР. Именно поэтому в ходе обучения курсантов следует уделять особое внимание всем аспектам технологического процесса от эскизного проектирования с применением средств автоматизированного проектирования до получения конечного результата в виде изготовленного образца. Предлагаемый системно-интегративный подход к обучению ориентирован на то, чтобы обучающиеся попробовали себя и в роли заказчика и в роли исполнителя. Эффективность данного подхода к обучению подтверждается данными текущего и промежуточного контролей, сравнения начального и итогового опросов курсантов. Обращение к практике работы полевых мобильных лабораторий стимулирует курсантов к углубленному изучению технологий проектирования и моделирования. Широко известна практика экстренной 3D-печати хвостовиков стабилизаторов и других нестандартных образцов военной техники бойцами СВО непосредственно в окопах или вблизи линии боевого соприкосновения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Тарасова Т. Е., Тарасов А. В. Вопросы импортозамещения программных продуктов систем автоматизированного проектирования (САПР) в процессе обучения курсантов // Военный инженер. 2019. № 3(13). С. 32—40.
2. Тарасов А. В., Тарасова Т. Е., Каримова О. С. Применение элементов концепции управления качеством военно-технического образования // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 4. С. 48.
3. Денисова Н. А., Федоренко Г. А. Имплементация в учебный процесс вуза тестирования нового САПР «САРУС» // GraphiCon 2024 : материалы 34-й Междунар. конф. по компьютер. графике и машин. зрению. Омск : Ом. гос. техн. ун-т, 2024. С. 843—853.
4. Девжеева Т. Г. Особенности методики формирования профессиональных компетенций дисциплины «САПР ТП» // Булатовские чтения. 2017. Т. 5. С. 183—185.
5. Смирнов В. В., Овчаренко А. Г., Ромашев А. Н., Фирсов А. М. Обучение студентов автоматизированному проектированию в конструкторско-технологическом обеспечении производства // Инновации в машиностроении (ИнМаш-2024) : сб. тр. XV Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск : Новосиб. гос. техн. ун-т, 2024. С. 321—328.
6. Палий Н. В. Системный подход к обучению студентов возможностям современных систем автоматизированного проектирования // Геометрия и графика. 2023. Т. 11. № 4. С. 52—60.
7. Черанев И. Автоматизация процесса проектирования в судостроительном производстве с помощью САПР T-FLEX CAD на опыте Выборгского судостроительного завода // САПР и графика. 2019. № 12(278). С. 86—92.
8. Костарев С. В., Остроумова Ю. С., Ханин С. Д. Системно-интеграционный подход к организации обучения курсантов военно-технического вуза в научно-технологическом направлении // Педагогические технологии: тенденции развития и опыт внедрения в образовательный процесс : материалы науч.-метод. конф. СПб. : Воен. акад. материал.-техн. обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева, 2023. С. 289—292.
9. Манько И. Д., Корякин И. А., Калинин В. В. Оценка роли информационных технологий и средств автоматизированного проектирования в обучении курсантов военных учебных заведений // Динамика развития системы военного образования : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. Омск : Ом. гос. техн. ун-т, 2023. С. 209—215.
10. Стрельцов Р. В. Использование САД технологий при проектировании вооружения, военной и специальной техники // Актуальные вопросы совершенствования военной и специальной техники : сб. науч. материалов. Пермь : Перм. воен. ин-т войск нац. гвардии Рос. Федерации, 2023. С. 104—107.
11. Плюхин К. С., Гумиров Р. З. САПР в курсе подготовки военных специалистов // Информационные технологии, энергетика и экономика : сб. тр. XVI междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Смоленск : Универсум, 2019. Т. 2 : Секции 4, 5. С. 193—197.
12. Фролов И. С., Ушаков А. М., Гунина Е. В. Использование САПР как инструмента визуализации задач по высшей математики в военном вузе // Педагогические технологии: тенденции развития и опыт внедрения в образовательный процесс : материалы науч.-метод. конф. СПб. : Воен. акад. материал.-техн. обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева, 2023. С. 303—307.
13. Абрамова И. А. САПР как основной инструмент проектно-конструкторской деятельности военного инженера // Приоритетные направления повышения качества подготовки специалиста технического обеспечения : материалы VII Межвуз. науч.-метод. конф. Омск : Изд-во Ом. автобронетанкового инженер. ин-та, 2019. Ч. 1. С. 154—160.
14. Кодукова И. В., Коновалов А. Л., Майстер С. А. САПР Компас-3D в системе военно-научной работы курсантов военного вуза // NovaInfo.Ru. 2018. Т. 1. № 84. С. 195—203.
15. Игнатъев С. О., Лушкин А. А., Махиборода С. А. Особенности применения FPV-дронов на территории проведения специальной военной операции // Военно-патриотическое воспитание: теория и практика : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Омск : Ом. гос. техн. ун-т, 2024. С. 1010—1016.
16. Вершков В. А., Крицкий Б. С., Миргазов Р. М. Численные исследования по методике расчета аэродинамических характеристик несущего винта вертолета современными методами // Материалы XXIX научно-технической конференции по аэродинамике. Богданиха : Центр. аэрогидродинам. ин-т им. проф. Н. Е. Жуковского, 2018. С. 80.
17. Давыдов Е. В., Фомин Е. В. Моделирование поверхностей двоякой кривизны относящихся к лопасти гребного винта // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения : материалы нац. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. Казань : Каз. гос. энергет. ун-т, 2024. С. 121—126.
18. Каханчик-Пилиного Е., Свистунова А., Лузан М., Бакаев А. Применение перспективных композиционных материалов в беспилотных авиационных комплексах // Наука и инновации. 2017. № 6(172). С. 34—38.

REFERENCES

1. Tarasova T. E., Tarasov A. V. Issues of import substitution of software products of computer-aided design (CAD) systems in the process of training cadets. *Voennyi inzhener = Military engineer*. 2019;3(13):32—40. (In Russ.)
2. Tarasov A. V., Tarasova T. E., Karimova O. S. Application of elements of the concept of quality management of military-technical education. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2021;4:48. (In Russ.)
3. Denisova N. A., Fedorenko G. A. Implementation of testing of the new CAD “SARUS” in the educational process of the university. *GraphiCon 2024. Proceedings of the 34th International Conference on Computer Graphics and Machine Vision*. Omsk, Omsk State Technical University publ., 2024:843—853. (In Russ.)
4. Devzheeva T. G. Features of the methodology for the formation of professional competencies in the discipline “CAD TP”. *Bulatovskie chteniya = Bulatovskie readings*. 2017;5:183—185. (In Russ.)
5. Smirnov V. V., Ovcharenko A. G., Romashev A. N., Firsov A. M. Teaching students automated design in design and technological support of production. *Innovatsii v mashinostroenii (InMash-2024) = Innovations in mechanical engineering (InMash-2024)*.

Collection of works of the XV International scientific and practical conference. Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University publ., 2024:321—328. (In Russ.)

6. Paliy N. V. A systems approach to teaching students the capabilities of modern automated design systems. *Geometriya i grafika = Geometry and graphics*. 2023;11(4):52—60. (In Russ.)

7. Cheranov I. Automation of the design process in shipbuilding production using T-FLEX CAD based on the experience of the Vyborg Shipyard. *SAPR i grafika = CAD and graphics*. 2019;12(278):86—92. (In Russ.)

8. Kostarev S. V., Ostroumova Yu. S., Khanin S. D. Systems integration approach to organizing the training of cadets of a military-technical university in the scientific and technological direction. *Pedagogicheskie tekhnologii: tendentsii razvitiya i opyt vnedreniya v obrazovatel'nyi protsess = Pedagogical technologies: development trends and experience of implementation in the educational process. Proceedings of the scientific and methodological conference*. Saint Petersburg, Military Academy of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulyov publ., 2023:289—292. (In Russ.)

9. Man'ko I. D., Koryakin I. A., Kalinin V. V. Assessing the role of information technology and computer-aided design in training cadets of military educational institutions. *Dinamika razvitiya sistemy voennogo obrazovaniya = Dynamics of the development of the military education system: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*. Omsk, Omsk State Technical University publ., 2023:209—215. (In Russ.)

10. Streltsov R. V. Use of CAD technologies in the design of weapons, military and special equipment. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya voennoi i spetsial'noi tekhniki = Current issues of improving military and special equipment: Collection of scientific materials*. Perm, Perm Military Institute of the National Guard Troops of the Russian Federation publ., 2023:104—107. (In Russ.)

11. Plyukhin K. S., Gumirov R. Z. CAD in the course of training military specialists. *Informatsionnye tekhnologii, energetika i ekonomika = Information technology, energy and economics: Collection of works of the XVI international scientific and technical conference of students and postgraduates*. Smolensk, Universum, 2019;2:193—197. (In Russ.)

12. Frolov I. S., Ushakov A. M., Gunina E. V. Using CAD as a tool for visualizing problems in higher mathematics in a military university. *Pedagogicheskie tekhnologii: tendentsii razvitiya i opyt vnedreniya v obrazovatel'nyi protsess = Pedagogical technologies: development trends and experience of implementation in the educational process. Proceedings of the scientific and methodological conference*. Saint Petersburg, Military Academy of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulyov publ., 2023:303—307. (In Russ.)

13. Abramova I. A. CAD as the main tool for the design and engineering activities of a military engineer. *Prioritetnye napravleniya povysheniya kachestva podgotovki spetsialista tekhnicheskogo obespecheniya = Priority areas for improving the quality of training a technical support specialist. Materials of the VII Interuniversity Scientific and Methodological Conference*. Omsk, Omsk Automobile and Armored Engineering Institute publ., 2019;1:154—160. (In Russ.)

14. Kodukova I. V., Konovalov A. L., Meister S. A. CAD Compass-3D in the system of military-scientific work of cadets of a military university. *NovInfo.Ru*. 2018;1(84): 195—203. (In Russ.)

15. Ignatiev S. O., Lushkin A. A., Makhboroda S. A. Features of the use of FPV drones on the territory of the special military operation. *Voенно-patrioticheskoe vospitanie: teoriya i praktika = Military-patriotic education: theory and practice. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Omsk, Omsk State Technical University publ., 2024:1010—1016. (In Russ.)

16. Vershkov V. A., Kritsky B. S., Mirgazov R. M. Numerical studies on the methodology for calculating the aerodynamic characteristics of the helicopter main rotor using grid methods. *Proceedings of the XXIX scientific and technical conference on aerodynamics*. Bogdanikha. Central Aerohydrodynamic Institute named after Professor N.E. Zhukovsky publ., 2018:80. (In Russ.)

17. Davydov E. V., Fomin E. V. Modeling of surfaces of double curvature related to the propeller blade. *Tsifrovye sistemy i modeli: teoriya i praktika proektirovaniya, razrabotki i primeneniya = Digital systems and models: theory and practice of design, development and application. Proceedings of the national (with international participation) scientific and practical conference*. Kazan, Kazan State Power Engineering University publ., 2024:121—126. (In Russ.)

18. Kahanchik-Pilinoga E., Svistunova A., Luzan M., Bakaev A. Application of promising composite materials in unmanned aircraft systems. *Nauka i innovatsii = Science and innovation*. 2017;6(172):34—38. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 05.03.2025; одобрена после рецензирования 26.03.2025; принята к публикации 31.03.2025.
The article was submitted 05.03.2025; approved after reviewing 26.03.2025; accepted for publication 31.03.2025.