

Секция 3. СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

DOI: 10.58168/PHBSc-IT2025_293-299

УДК 372.862

ПРОЕКТНОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК ОСНОВА ПОДГОТОВКИ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ АВИАЦИОННОГО ВУЗА

PROJECT-BASED PHYSICS EDUCATION AS A BASIS FOR MILITARY SPECIALISTS
TRAINING AT AN AVIATION HIGHER SCHOOL

Сушко Т.И., кандидат технических наук, доцент, доцент, ФГКВОУ ВО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия

Sushko T.I., PhD in Technical Sciences, Docent, Associate Professor, Military Educational and Scientific Centre of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russia

Кожемякин А.Е., курсант, ФГКВОУ ВО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия

Kozhemyakin A.E. Cadet, Military Educational and Scientific Centre of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russia

Майорова Т.Л., кандидат физико-математических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Mayorova T.L., PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Хухрянская Е.С., кандидат технических наук, доцент, доцент, ФГКВОУ ВО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия

Khukhryanskaya E.S., PhD in Technical Sciences, Docent, Associate Professor, Military Educational and Scientific Centre of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russia

Аннотация. Проектное физическое образование в военном вузе является одной из составляющих практического изучения дисциплин специализации, развивает у курсантов навыки изобретательской работы и практический опыт исследователя. Форма такой проектной деятельности, которую осуществляет междисциплинарная команда преподавателей и курсантов, проводится в рамках военно-научной секции кафедры физики. Преподавательский состав задает алгоритм и определяет траектории его хода. Курсанты выполняют совместные проекты в соответствии с инженерной специальностью, где каждый раздел проекта состоит из решения инженерных задач.

Ключевые слова: междисциплинарные связи, специализация, проект, моделирование.

Abstract. Project-based physics education at a military higher school is one of the components of the specialization disciplines practical study, develops military students' inventive skills and practical experience as a researcher. The form of such project activity, which is implemented by an interdisciplinary team of teachers and military students, is carried out within the framework of the department military scientific section. The teaching staff sets the algorithm and determines its trajectories. The military students carry out joint projects in accordance with the engineering specialty, where each project section consists of solving engineering problems.

Keywords: interdisciplinary connections, subspecialty, project, simulations.

Курс физики является основой подготовки военного инженера, фундаментальной базой, без которой невозможна профессиональная деятельность военного специалиста. В нем заложена взаимосвязь со специальными дисциплинами общеобразовательной программы специальности. Говоря о физике, как учебной дисциплине, представляют два типа мышления для ее изучения и понимания: эмпирический и теоретический. Поскольку физика традиционно изучается на первых курсах, современный курсант, вчерашний выпускник, в целом слабо готов к восприятию теоретического курса. Однако именно данный тип мышления обладает базой создания интеллектуального фундамента, обеспечивающего эффективность применения достижений современной физики, военной техники и технологий. Следовательно, возникает как объективная потребность, так и необходимость активного использования эмпирического языка физики и развития соответствующего типа мышления, чтобы каждый на своем уровне помогал и развивал желание понимать сложные физические процессы посредством решения военно-профильных и иных задач в совместных проектах курсантов с преподавателями в соответствии с выбранной инженерной специальностью. Проектная деятельность в военном вузе в данном случае выступает как концептуальная основа изучения дисциплин специализации, учитывающая как когнитивные стили и диссонансы курсантов в пределах непрерывного образования, так и иницилирующая практико-ориентированный подход. По нашему мнению, такая работа позволяет адаптировать характеристики обучения с личной мотивацией курсантов, развивать навыки изобретательской работы. Форма такой проектной деятельности проводится в рамках военно-научной секции (ВНС) кафедры. Актуальной задачей преподавательского состава кафедры физики является представление наиболее интересных направлений для проектной работы курсантов, отработка междисциплинарных связей на аудиторных занятиях по разным типам мышления в рамках компетенций соответствующих направлений будущей инженерной деятельности. Желательно, чтобы участниками такого проектного физического образования была создана междисциплинарная команда в рамках инженерной специализации для обмена опытом и условиями взаимодействия в цифровой образовательной среде вуза, цифровой трансформации военных вузов. Доступность образовательной среды вуза, возможности настройки и адаптации программного обеспечения под задачи исследования выбранной тематики, квалифицированная индивидуальная помощь курсантам для ориентации не только в физических процессах при постановке задач в проектах, но и в системном междисциплинарном обучении помогают курсантам приобрести прикладные инженерные

знания к моменту выпуска их из вуза. Каждый раздел проекта состоит из инженерных задач, решаемых курсантами и преподавательским составом.

Одним из результатов такой деятельности является опыт совместной разработки проектов курсантами, обучающимися по специальности «Техническая эксплуатация летательных аппаратов», начиная с первого и переходом их на последующие курсы, и преподавателями специализированной кафедры по тематике «Разработка и оптимизация беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) вертикального взлета и посадки (ВВП) малых размеров повышенной грузоподъемности» [1]. Тема является актуальной, так как диапазон современных беспилотных аппаратов очень широк: от микро - и мини- БПЛА до тяжелых многотонных аппаратов. Их назначение не ограничивается только военной промышленностью, поскольку с необходимостью применяются в спасательных операциях, грузоперевозках, сельском и лесном хозяйстве, охране границ, что придает импульсы к развитию беспилотной авиационной техники. Взлет и посадка – важные этапы полетов современных БПЛА, от качества расчета и выполнения этих операций зависит не только эффективность проводимых с их использованием работ, но и возможность их многоразового применения. Одним из ограничений применения БПЛА является длина или отсутствие взлетно-посадочной полосы. Задачей разработчиков в беспилотной авиации является проектирование программ управляемого полетом. Частные математические модели движения беспилотного аппарата в вертикальной или горизонтальной плоскостях лежат в основе данных программ. Также уточняется трехмерное изображение конкретизации векторов косвенного управления аппаратом [2]. Существенной проблемой остается малое количество работ в открытом доступе по математическому и физическому описанию основных видов взлета и посадки современных БПЛА, что не позволяет при моделировании учитывать характеристики местности для выбранных взлетно-посадочных площадок беспилотных подразделений. Для облегчения сложных электрических расчетов и имитационного моделирования двигателя возможно использование условно бесплатного веб-сервиса *eCalc*, представляющего собой онлайн-калькулятор, который с 2004 года предоставляет услуги по моделированию и оценке проектов радиоуправляемых моделей [3].

Целью этапа работы, выполняемой в рамках указанного проекта, является разработка БПЛА вертикального взлета малых размеров повышенной грузоподъемности с двигателями, расположенными в разных плоскостях, и новым видом крепления груза в виде электромагнитного замка, с изменением запуска БПЛА малого радиуса действия массой от 35 до 150 кг. При механическом движении аппарата учитывалась несбалансированность основных сил, возникающих в полете (тяга, лобовое сопротивление, подъемная сила и вес), для ускорения в направлении большей силы в соответствии с законами механики сред. Имитационное моделирование полета БПЛА проводилось в веб-сервисе *eCalc* с учетом объективных технических характеристик: взлетная масса, дальность, высота и продолжительность полета, размеры аппарата, размер и мощность электродвигателей, определяемые габаритами выбранной рамы БПЛА. Компьютерное моделирование полета БПЛА малого радиуса действия позволило авторам внести изменения в конструкцию его крепления к фюзеляжу. Основу расчетов составляют кинематические уравнения

механического движения и законы аэродинамики. На рисунке 1 показан расчет дальности полета и воздушная скорость при выбранном типе двигателей.

Ранее с помощью программного комплекса *SolidWorks* [4] были разработаны трехмерные модели крестовины, подкоса, вставки крепления, штанги для крепления двигателя на основе конечно-разностной сетки, состоящей из трех элементов формы БПЛА (Рис. 2). Функция комплекса «Сборка» позволяет осуществить получение трехмерного изображения мультикоптера.

Формат *.stl* позволяет передавать трехмерные модели на 3D-принтер для изготовления элементов БПЛА на учебном стенде, процесс его сборки и изготовление частей показан на рисунке 3.

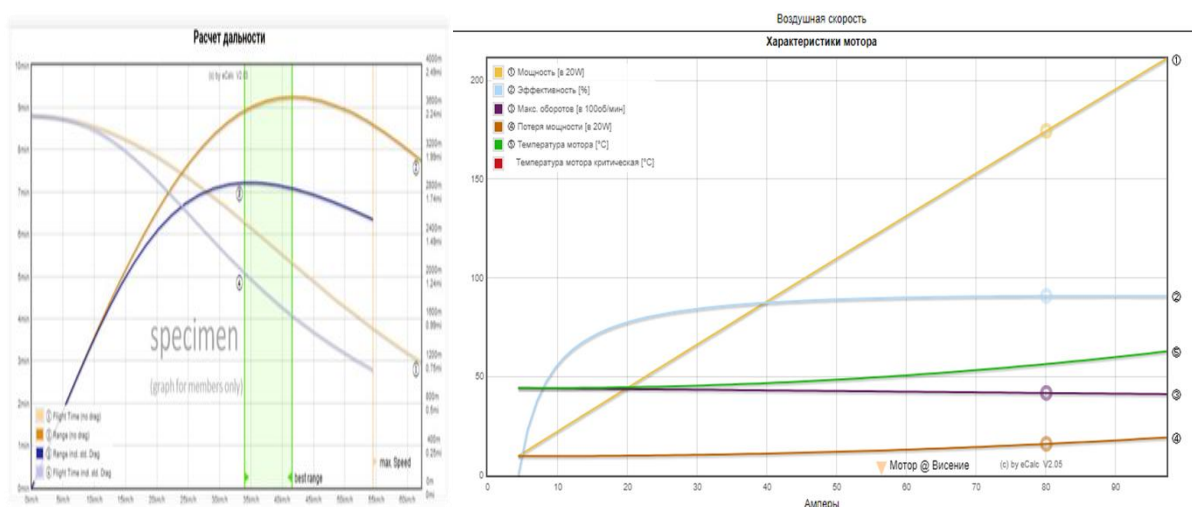


Рисунок 1 – Расчет дальности полета и воздушная скорость при выбранном типе двигателей

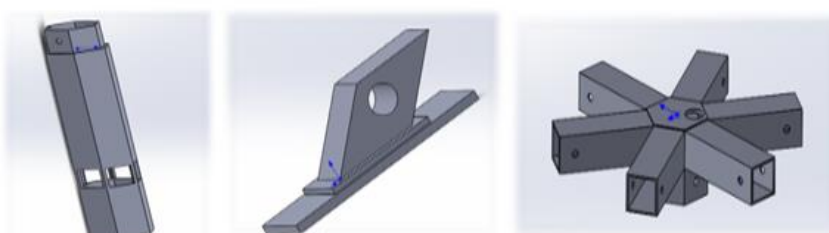


Рисунок 2 – Трехмерные модели подкоса, вставки крепления и крестовины

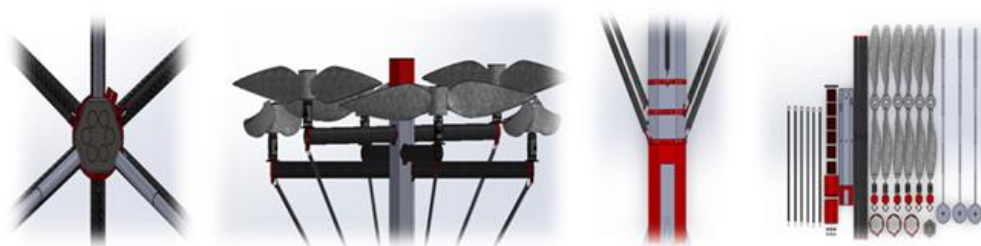


Рисунок 3 – Процесс сборки БПЛА

Условия рельефа местности в некоторых регионах не позволяют иметь взлетно-посадочную полосу, что является основной проблемой для мультикоптера вертикального взлета. Одним из способов решения проблемы взлета с любой наземной точки, по нашему мнению, могут являться конструктивные изменения вида крепления. В качестве такой модернизации предложен электромагнитный замок, позволяющий без потери времени и с большей надежностью поднимать и отпускать груз при сохранении нужной грузоподъемности (Рис. 4). Это позволит осуществить оптимизацию конструкции крепления посредством изменения подъема за счет системы электромагнитных замков в виде 10 мм металлических шайб, приклеенных к фюзеляжу, в количестве четырех штук и добавления электростартера на двигатель внутреннего сгорания.

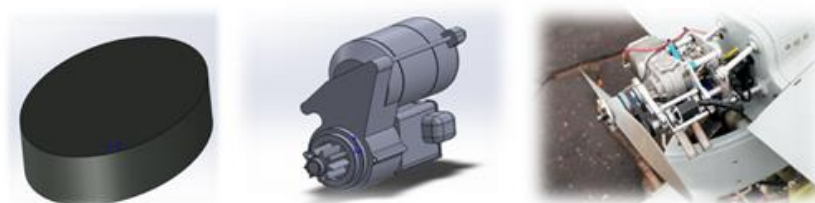


Рисунок 4 – Изменения, внесенные в конструкцию крепления

С помощью разработанного мультикоптера (Рис. 5) осуществляется подъем БПЛА на высоту, обесточивание электромагнитных замков и дальнейшее пикирование БПЛА до набора необходимой скорости, переход с набора вертикальной скорости в горизонтальную с дальнейшим продолжением полета и выполнением необходимых задач. Расчет радиуса выхода из набора вертикальной скорости в горизонтальную скорость при данном способе запуска был проведен с учетом тяги и лобового сопротивления.



Рисунок 5 – Разработанный мультикоптер

Таким образом, в процессе разработки и конструирования предложено решение по изменению расположения двигателей в разных плоскостях, позволяющее повысить грузоподъемность мультикоптера при тех же габаритных размерах. Имитационное моделирование полета измененной конструкции мультикоптера позволило авторами провести расчеты его воздушной скорости, дальности полета, которая составила при максимальной

нагрузке 150 кг около 3200 м, радиуса кривизны полета самолета при переходе к набору вертикальной скорости с учетом тяги двигателя и лобового сопротивления при старте с нулевой скоростью [5]. Радиус изменялся от 6,57 м при скорости от 100 км/ч до 19 м при скорости до 170 км/ч. Результаты исследований могут быть использованы как помощь преподавательскому составу выпускающих кафедр при изучении специальных дисциплин, в курсовом и дипломном проектировании устройств аналогичного типа, для изобретательской и рационализаторской деятельности междисциплинарной команды.

Проектное физическое образование не только способствует усваиванию материала по другим дисциплинам специализации: аэродинамика, инженерная и компьютерная графика, теория авиационных полетов, разработка летательных аппаратов, системы автоматизированного проектирования, но и имеет значительный потенциал для творчества курсантов и их прикладных знаний. Преподаватель задает алгоритм и определяет траектории его хода, которые корректируются курсантами в ходе совместных обсуждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сушко, Т.И. Формирование инженерных навыков курсантов посредством компьютерного моделирования / Т.И. Сушко, А.Е. Кожемякин, Т.В. Пашнева // Физико-математическое моделирование систем: материалы XXIV международного семинара, Воронеж, 25-26 ноября 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2023. – С. 122-126.

2. Булат, П.В. Основы аэродинамики беспилотных воздушных судов: учебное пособие. / П.В. Булат, С.Ю. Дудников, П.Н. Кузнецов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Севастопольский государственный университет. – Москва: Издательство Спутник+, 2021. – 272 с.

3. eCalc - reliable electric drive simulations. – URL: <https://www.ecalc.ch> (дата обращения 12.03.2025).

4. SolidWorks 3D CAD. – URL: <https://www.solidworks.com/ru/product/solidworks-3d-cad> (дата обращения 17.03.2025).

5. Кожемякин, А.Е. Расчет радиуса кривизны полета самолета при переходе к набору вертикальной скорости с учетом тяги двигателя и лобового сопротивления при старте с нулевой скоростью. – Свидетельство о государственной регистрации программы № 2024681669 от 06 сентября 2024 г.

REFERENCES

1. Sushko, T.I. Formation of engineering skills of cadets through computer modeling / T.I. Sushko, A.E. Kozhemyakin, T.V. Pashneva // Physico-mathematical modeling of systems: materials of the XXIV International seminar, Voronezh, November 25-26, 2022. – Voronezh: Voronezh State Technical University, 2023. – P. 122-126.

2. Bulat, P.V. Fundamentals of aerodynamics of unmanned aircraft: training manual / P.V. Bulat, S.Yu. Dudnikov, P.N. Kuznetsov; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Sevastopol State University. – Moscow: Sputnik+ Publishing House, 2021. – 272 p.

3. eCalc – reliable electric drive simulations. – URL: <https://www.ecalc.ch> (accessed 12.03.2025).

4. SolidWorks 3D CAD. – URL: <https://www.solidworks.com/ru/product/solidworks-3d-cad> (accessed 17.03.2025).

5. Kozhemyakin, A.E. Calculation of the radius of curvature of an aircraft flight during the transition to a set of vertical speed, taking into account engine thrust and drag at zero-speed start. – Certificate of State registration of the program No. 2024681669 dated September 06, 2024.