



УДК 004.042  
doi: 10.21685/2587-7704-2023-8-2-4



Open  
Access

RESEARCH  
ARTICLE

## Программное обеспечение для проектирования беспилотных летательных аппаратов

**Маргарита Алексеевна Годунова**

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40  
schneider\_0@bk.ru

**Вадим Владимирович Иванушкин**

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40  
v-ad-im78@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрено и проанализировано программное обеспечение, необходимое для проектирования беспилотных летательных аппаратов. Приведены конкретные примеры программ и платформ. Выявлены и охарактеризованы их возможности, способности и особенности. Основной упор сделан на программное обеспечение, реализующее максимально большой объем задач проектирования беспилотных систем. Сделаны соответствующие выводы.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, программное обеспечение, пакет, проектирование, система

**Для цитирования:** Годунова М. А., Иванушкин В. В. Программное обеспечение для проектирования беспилотных летательных аппаратов // Инжиниринг и технологии. 2023. Т. 8 (2). С. 1–4. doi: 10.21685/2587-7704-2023-8-2-4

## Software for the design of unmanned aerial vehicles

**Margarita A. Godunova**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia  
schneider\_0@bk.ru

**Vadim V. Ivanushkin**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia  
v-ad-im78@mail.ru

**Abstract.** The article examines and analyzes the software necessary for the design of unmanned aerial vehicles. Specific examples of programs and platforms are provided. Their capabilities, abilities and features are identified and characterized. The main focus is on software that implements the largest possible amount of tasks for designing unmanned systems. Relevant conclusions have been drawn.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles, software, package, design, system

**For citation:** Godunova M.A., Ivanushkin V.V. Software for the design of unmanned aerial vehicles. *Inzhiniring i tekhnologii = Engineering and Technology*. 2023;8(2):1–4. (In Russ.). doi: 10.21685/2587-7704-2023-8-2-4

Технологии в области беспилотной авиации активно развиваются. На сегодняшний день беспилотные системы широко используют как в военных целях, так и в гражданских, например, при дистанционном наблюдении или доставке почты. Значительный набор преимуществ такого рода систем обуславливает рост научного интереса к разработке, модернизации устройств, которые будут способны выполнять более широкий спектр задач.

Для интеграции новейших разработок крайне необходимо просчитать все риски, оценить максимальный набор возможностей будущего летательного средства, т.е. провести комплексный анализ уже на начальных этапах. Для процесса моделирования, проектирования, написания и отладки алгоритмов,



программ, сценариев для беспилотных систем существует специализированное программное обеспечение (ПО), анализ которого и является основной целью данного исследования.

На текущий момент при проектировании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) используются в основном MatLab (пакеты Simulink и UAV Toolbox) и ROS. С помощью указанного ПО можно осуществить практически полный цикл проектирования устройств, начиная от создания модели и заканчивая решением вопросов управления полетом. Довольно распространены Universal Ground Control Software (UgCS) и Geoscan Planner, возможности которых позволяют только проектировать и контролировать полеты. Безусловно, существует и еще ряд программ, используемых под специальные задачи разработки, которые не представляют достаточного интереса для данной работы.

MatLab – это пакет ПО, предназначенного для технических вычислений. Simulink и UAV Toolbox предоставляют возможности для ускоренной разработки БПЛА и приложений для автономных полетов. С помощью них можно разрабатывать автономные алгоритмы полета, полетные контроллеры и планировать миссии БПЛА. А специальный язык программирования MatLab, возможности интеграции с партнерским ПО, например, приложением Flight Log Analyzer, позволяют реализовывать уникальные задачи, такие как интерактивный анализ трехмерных траекторий полета, телеметрической информации и показаний датчиков из распространенных форматов журналов полетов.

Основные задачи, которые можно решить с помощью данных ПО, представлены на схеме ниже.



Рис. 1. Возможности MatLab при проектировании БПЛА

UAV Toolbox содержит готовые модели, алгоритмы и примеры, полезные разработчикам БПЛА. Например, код, необходимый для моделирования полета аппарата с грузом, одной из целей которого является обход препятствий. Данный пакет включает в себя множество инструментов и средств, необходимых для написания сценариев автономного полета в трехмерном пространстве, моделирования показания GPS, датчиков (лидаров). С помощью подключения к Unreal Engine можно не только визуализировать полет модели в трехмерном пространстве, но и моментально анализировать данные, полученные с камер, в высоком разрешении. Далее информацию можно подвергнуть более детальной обработке с помощью изучения настраиваемых графиков в журналах полетов. Кроме этого, UAV Toolbox содержит автопилоты, а конкретно пакет поддержки для автопилотов PX4, который позволяет разворачивать алгоритмы управления полетом.

Simulink также может реализовывать указанные выше задачи. Пакет способен имитировать показания датчиков (IMU, GPS), разрабатывать алгоритмы слияния и локализации БПЛА для оценки положения модели. Рассматривая набор более специфичных функций пакета, можно обнаружить, что с его помощью возможна реализация глубокого и машинного обучения для разработки алгоритмов, например, обнаружения препятствий или создания приложений для визуального контроля. Используя данное ПО, можно создавать карты местности, применяя алгоритмы, такие как visual SLAM или 3D Lidar SLAM. При анимации полета БПЛА возможна реализация и предшествующее ей построение миссии беспилотника, создание траекторий полета с помощью планировщиков, например, Hybrid A, первоначальная оценка написанного алгоритма управления.



Таким образом, указанные пакеты MatLab позволяют всесторонне протестировать разрабатываемую систему. Можно выявить ошибки проектирования, пользуясь виртуальным тестированием, следовательно, снизить стоимость летных испытаний оборудования. Можно интегрировать модели БПЛА с другим ПО для автоматизации имитационного тестирования и дальнейшего его выполнения.

С недавних пор в области проектирования роботов термин «платформа» (фреймворк) получил очень широкое распространение. Данное понятие имеет два значения: аппаратная и программная. Если под первой подразумевается уже готовая система (например, TurtleBot) обычно образовательного, промышленного или исследовательского типа, то программная платформа в робототехнике – набор инструментов, необходимых для разработки ПО модели. Такие фреймворки способны выполнять широкий круг задач: разработку, тестирование, навигацию, коммуникацию, аппаратную абстракцию, подключение к сторонним ресурсам, абстрактным платформам и пр.

Среди всех существующих фреймворков самыми популярными являются:

- ROS;
- OROCOS;
- OpenRTM;
- ERSPII.

Самой удобной платформой для проектирования БПЛА является ROS (Robot Operating System). Это мета-операционная система, надстройка над операционной системой (ОС), содержащая широкий набор библиотек, таких как OrocOS, OpenCV и Ogre, с помощью которого можно решить все задачи проектирования модели, начиная от написания кода, пользуясь доступными универсальными начальными алгоритмами и обработки ошибок, заканчивая алгоритмами компьютерного зрения и расчетом кинематики.

Функционал данного фреймворка схож с проанализированным ранее для пакетов Simulink и UAV Toolbox. Описываемая система содержит отладочные инструменты, инструменты тестирования, 2D и 3D визуализаторы, (например, RViz), 3D симуляторы (Gazebo). ROS, в отличие от MatLab, поддерживает различные языки программирования, такие как C++, Python, Java, Ruby. Платформа содержит публичную библиотеку документов и данных, так как каждый разработчик может опубликовать свой код в открытый репозиторий, единое API, примеры программ и алгоритмов.

Самым важным преимуществом ROS является сформированная вокруг мета-операционной системы собственной экосистемы, аналогичной, к примеру, Apple. В ней реализуется:

- отлаженный протокол коммуникации по сети между любыми устройствами;
- повторное использование моделей, программ, алгоритмов, сценариев;
- активное сообщество разработчиков, взаимодействующее друг с другом.

Таким образом, ROS – удобная среда разработки БПЛА, похожая на Simulink и UAV Toolbox. Однако ее основной целью является создание коммуникации между пользователями для упрощения работы специалистов.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что на сегодняшний день на рынке ПО, необходимого для разработки беспилотных систем, существует достаточное количество инструментов, с помощью которых можно реализовать как «полный цикл» разработки, так и конкретные задачи, возникающие в процессе проектирования. Описанные в работе программы были созданы непосредственно для реализации максимального полного объема задач моделирования БПЛА. Данный рыночный сегмент активно развивается и модифицируется, ведется разработка более совершенного ПО, появление которого не заставит долго ждать.

### Список литературы

1. «Лучше легче, да лучше» – главный принцип проектирования композиционных деталей беспилотных летательных аппаратов. URL: <https://sapr.ru/article/24043> (дата обращения: 02.03.2023).
2. MATLAB and Simulink for Unmanned Aerial Vehicles. URL: <https://www.mathworks.com/solutions/robotics/uav.html> (дата обращения: 03.03.2023).
3. UAV TOOLBOX. URL: <https://exponenta.ru/uav-toolbox> (дата обращения: 04.03.2023).
4. Robotics System Toolbox. URL: <https://docs.exponenta.ru/robotics/index.html> (дата обращения: 03.03.2023).
5. Введение в ROS. URL: <http://docs.voltbro.ru/starting-ros/ros-about.html> (дата обращения: 04.03.2023).
6. Состояние и тенденции развития рынка беспилотных авиационных систем в мире и России // Отчет «Центра стратегических разработок» за 2022 г. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/bb5/kwsro7xx10x3qdt4yuiow17letsumt04.pdf#page=47&zoom=100,0,0> (дата обращения: 03.03.2023).



## References

1. «Luchshe legche, da luchshe» – glavnyy printsip proektirovaniya kompozitsionnykh detaley bespilotnykh leta-tel'nykh apparatov = “Better is easier, yes is better” is the main principle of designing composite parts of unmanned aerial vehicles. (In Russ.). Available at: <https://sapr.ru/article/24043> (accessed 02.03.2023).
2. *MATLAB and Simulink for Unmanned Aerial Vehicles*. Available at: <https://www.mathworks.com/solutions/robotics/uav.html> (accessed 03.03.2023).
3. *UAV TOOLBOX*. Available at: <https://exponenta.ru/uav-toolbox> (accessed 04.03.2023).
4. *Robotics System Toolbox*. Available at: <https://docs.exponenta.ru/robotics/index.html> (accessed 03.03.2023).
5. *Vvedenie v ROS = Introduction to ROS*. Available at: <http://docs.voltbro.ru/starting-ros/ros-about.html> (accessed 04.03.2023).
6. The state and development trends of the unmanned aircraft systems market in the world and Russia. *Otchet «Tsentra strategicheskikh razrabotok» za 2022 g. = The report of the Center for Strategic Research for 2022*. (In Russ.). Available at: <https://www.csr.ru/upload/iblock/bb5/kwsro7xx10x3qdt4yyiowl7letsumt04.pdf#page=47&zoom=100,0,0> (accessed 03.03.2023).

Поступила в редакцию / Received 01.06.2023

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 01.07.2023

Принята к публикации / Accepted 25.07.2023