

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ РЭС

УДК 004.942

### МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МАССОГАБАРИТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ КВАДРОКОПТЕРА

Д.А. Шмаков, В.А. Зеленский

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

**Ключевые слова:** квадрокоптер, рама беспилотного летательного аппарата, бортовая электроника, моделирование.

Модель беспилотного летательного аппарата (БПЛА) имитирует физические свойства реального объекта и позволяет оптимизировать характеристики без изготовления макета устройства. При этом существенно ускоряется процесс разработки и снижаются затраты на производство.

В рамках данной статьи рассмотрим начальный этап 3D моделирования, а именно размещение бортовой электроники на раме квадрокоптера. Современные методы проектирования подразумевают использование научно обоснованных методов структурной оптимизации [1]. Даже этап предварительного проектирования должен выполняться с минимально-возможным количеством интуитивных решений и упрощений.

Для замены интуитивного решения предлагается использовать 2D генератор рамы, имитирующий вид сверху на квадрокоптер. Для реализации программы используем библиотеки «numpy» и «matplotlib» на высокоуровневом языке программирования Python [2]. Графический интерфейс разработанной модели представлен на рисунке 1.

В качестве типа рамы выбрана X-образная форма расположения винтов и подходящих к ним лучей фюзеляжа. Интерактивная кнопка «Угол поворота» отвечает за поворот рамы в системе координат XY с центром в начале координат, совпадающим с центром потенциального блока бортовой электроники. Кнопка «Размер центра» имитирует габариты необходимого пространства для его установки. За геометрию лучей отвечают «Длина луча» и «Ширина луча». «Сгенерировать» - даёт графическое изображение в правой части интерфейса. «Оптимизировать» - позволяет по заданному алгоритму произвести корректировку геометрии. «Экспорт в PNG» - представляет идею экспорта (для примера – в .png картинку). «Выход» - для корректного выхода из программы.

Для примера возьмем характеристики полетного контроллера *MATEKSYS H743-SLIM V3* [3]. Габариты полетного контроллера (36 x 36 x

2D Генератор рамы квадроскопа

### Параметры рамы

Тип рамы:

Длина луча (мм):

Ширина луча (мм):

Угол поворота (°):

Размер центра (мм):

### 2D Проекция рамы (X)

Площадь: 12000.0 мм²  
Центроид: (-0.0, -0.0)  
Ixx: 90800.0  
Iyy: 90800.0

Y (mm)

X (mm)

Technical drawing of a rectangular plate with four holes. The plate has overall dimensions of 42.5 inches by 42.5 inches. The holes are arranged in a 2x2 grid. The distance between the centers of the holes is 30.5 inches. The distance from the center of each hole to the nearest edge is 6 inches. The holes have a diameter of 4 inches. The plate is labeled "4 омб." and "4 x 1,5 = 6".

72

монтажного отверстия. Выполним геометрическое построение в эскизной среде Autodesk Inventor 2023 (рисунок 2). Минимальная необходимая площадь ответной поверхности составила (42,5 x 42,5) мм.

Таким образом, установлено, что минимальная необходимая площадь для установки бортовой электроники требует учета монтажных характеристик платы для обеспечения надежности конструкции.

Дальнейшим развитием работы является экспорт эскиза и проработка окончательного варианта конструкции.

#### Список использованных источников

1. Черняев А. А. Проектирование авиационных конструкций по технологии точного попадания // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2016. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-aviatsionnyh-konstruktsiy-po-tehnologii-tochnogo-poradaniya> (дата обращения: 08.02.2026).

2. Главная // NumPy — python библиотека Русскоязычный сайт: справочные материалы и документация URL: <https://numpy.ru/> (дата обращения: 08.02.2026).

3. Полётный контроллер MATEKSYS H743-SLIM V3 // MYDRONE URL: <https://mydrone.ru/poletnyy-kontroller-mateksys-h743-slim-v3/> (дата обращения: 08.02.2026).

Шмаков Даниил Андреевич, асп. гр. А1\_01.03.02, daniilshmakov16@gmail.com  
Зеленский Владимир Анатольевич, д.т.н., доцент, зав. каф. РЭС, zelenskiy.va@ssau.ru

УДК 681.518.2

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРА

В.С. Кириллов, В.А. Зеленский

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

**Ключевые слова:** математическая модель, беспилотное воздушное судно, квадрокоптер, метод Ньютона-Эйлера.

Целью работы является разработка математической модели движения беспилотного воздушного судна (БВС) для дальнейшего синтеза PID-регулятора, позволяющего стабилизировать угловые положения, а также выявления зависимости PID-коэффициентов от физических параметров БВС.

Основными свойствами математических моделей являются адекватность, простота и универсальность, указывающие на степень соответствия модели изучаемому объекту [1]. В данной работе рассматривается БВС типа «квадрокоптер», однако, полученную математическую модель возможно масштабировать и для других типов БВС, таких как гексакоптер и октокоптер, имеющих такие же принципы создания подъемной силы и стабилизации углового положения.

Наиболее предпочтительным методом для описания движения робототехнических систем является метод Ньютона-Эйлера, имеющий