

КОРПУС БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Момот Ю.М.¹, Вехтер Е.В.²

¹ ТПУ ИШИТР ОАР, студент гр. 8Д01, e-mail: ymm7@tpu.ru

² ТПУ ИШИТР ОАР, доцент, к.п.н., e-mail: vehter@tpu.ru

Аннотация

Выявление особенностей проектирования корпусов беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА) с точки зрения конструкции и формы корпуса, эргономики, технической эффективности, и внешней привлекательности. Разработка корпуса БПЛА для контроля и анализа состояния воздуха, воды и почвы в разных регионах. Конструкция корпуса позволяет встраивать специальные датчики и использовать аппарат при различных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: промышленный дизайн, беспилотный летательный аппарат, экологический мониторинг, проектирование корпуса, аэродинамика, эргономика.

Введение

Одним из перспективных направлений развития БПЛА можно выделить экологический мониторинг, он включает в себя сбор данных, анализ и составление карт местности по состоянию атмосферы, воды, почвы, уровню радиации на исследуемой местности. Использование БПЛА может существенно снизить затраты на проведение экологического мониторинга по сравнению с традиционными методами, такими как ручные измерения или использование стационарных станций мониторинга [1]. Актуальность работы обусловлена ростом экологических проблем, развитием технологий в области беспилотных систем и сенсоров и экономической эффективностью такого подхода по сравнению с традиционными методами мониторинга. Цель работы заключается в проектировании беспилотного летательного аппарата для экологического мониторинга, с учетом требований эргономики, технической эффективности и внешней привлекательности.

Основная часть

В ходе исследования и изучения информации о БПЛА, имеющихся в свободных источниках, было решено остановиться на более узком направлении – квадрокоптерах [2 В процессе консультации с экспертами, профессионально занимающимися разработкой и научной деятельностью в сфере БПЛА, и пользователями, выявлены проблемы в уже существующих конструкциях квадрокоптеров., Сформулированные проблемы частично можно решить с помощью промышленного дизайна. К ним относятся: вибрации, низкая стабильность; сопротивление ветру, нарушение контроля; низкая энергоэффективность, малое время полета; падения, поломка конструкции, эргономика управления, внешняя привлекательность. Проведено патентное и аналоговое решение на возможные пути их решения [3, 4]. По итогам проведенного анализа выявлено несколько критериев, ориентируясь на которые, можно решить выявленные проблемы. В каждом критерии определялись особенности, которые улучшат работу БПЛА.

Критерии проектирования:

Гашение вибраций и шумов. Гашение вибраций и шумов в квадрокоптере может быть уменьшено за счет конструктивного проектирования несколькими способами: гладкая, плавная форма рамы, увеличение расстояния между камерой и корпусом, использования легких материалов (которые описаны ниже), интеграция в конструкцию рамы виброгасители, стабилизаторов, амортизирующих креплений [5].

Рама. Идеальной является именно та рама, которая одновременно является прочной и устойчивой, а также легкой и аэродинамичной. Основными критериями, которые необходимо учитывать при проектировании корпуса БПЛА, являются: гладкая, обтекаемая форма, минимизация веса, устойчивость и защита электроники с продуманной системой обдувания, чтобы избежать перегрева.

Материалы. Критерии для выбора материалов: цена (максимально дешевый), жесткость (максимально жесткий), прочность (максимально прочный), вес (максимально легкий), устойчивость к коррозии (максимально устойчивый). По всем параметрам наилучшими характеристиками обладает

карбон, на втором месте – алюминий, на третьем – пластик. Карбоновые волокна: это очень прочный и легкий материал, но также относительно дорогой и тяжелый в обработке. Алюминий обеспечивает высокую прочность и долговечность корпуса, но может быть более тяжелым, чем другие материалы. Он не такой прочный, как карбон, но его легче обрабатывать. Пластик – более доступный материал, однако он менее прочный и жесткий. Наилучшим решением будет использовать смешанные материалы в зависимости от функционала различных деталей.

Монтаж, сборка. Количество деталей и креплений в квадрокоптере может применяться в зависимости от размера и сложности дрона. Типичный квадрокоптер будет состоять из следующих деталей: рама, двигатели, винты, батарея, стабилизатор, камера, крепежи. Квадрокоптер с меньшим количеством и весом деталей будет легче, что может улучшить его летные характеристики и время автономной работы. Среди всех вышеперечисленных деталей, обязательных в конструкции квадрокоптера, как-то повлиять на размеры и количество можно только в раме и крепежах. Поэтому особое внимание дизайнер должен уделить именно этим вещам. В идеальном варианте рама может составлять всего одну деталь.

Посадочная опора. Существует несколько самых популярных способов крепления шасси к дрону: крепление посадочных стоек к раме, крепление стоек к фюзеляжу под углом. Наиболее устойчивым среди этих вариантов является *крепление 4 стоек к фюзеляжу*. Поскольку 4 стойки могут обеспечить более устойчивое положение, чем 2. Крепление к фюзеляжу предотвратит поломку лучей рамы при достаточно жестком приземлении. Также можно использовать несколько дополнительных приемов, которые помогут обеспечить более удобное пользование потребителю: складные стойки, регулируемые ножки, шасси только на передней части, шасси с двусторонней амортизацией.

Пульт управления. Правильный подход и наилучший принцип проектирования пульта управления квадрокоптером с точки зрения промышленного дизайна: ориентация на пользователя, эргономичный хват руки, долговечность, стиль в соответствии с корпусом квадрокоптера, панель управления с минимальным количеством кнопок и эргономичными размерами (размеры кнопок 10-12 мм, расстояние между кнопками – 5-7 мм).

Эстетичный вид. Одним из немаловажных аспектов с точки зрения дизайна является эстетичный вид. Его можно обеспечить за счет формы, цвета, материала, размера и количества элементов. Вот некоторые конкретные элементы дизайна, которые могут сделать квадрокоптер современным и эстетичным: единый стиль; плавные, гладкие линии; минималистичный дизайн; выделение деталей цветом, формой или фактурой; выбор цвета по: видимости, долговечности. По всей проанализированной информации была составлена функциональная схема для упрощения процесса проектирования (рис. 1). В ней показано, какие критерии могут повлиять на каждую из проблем.

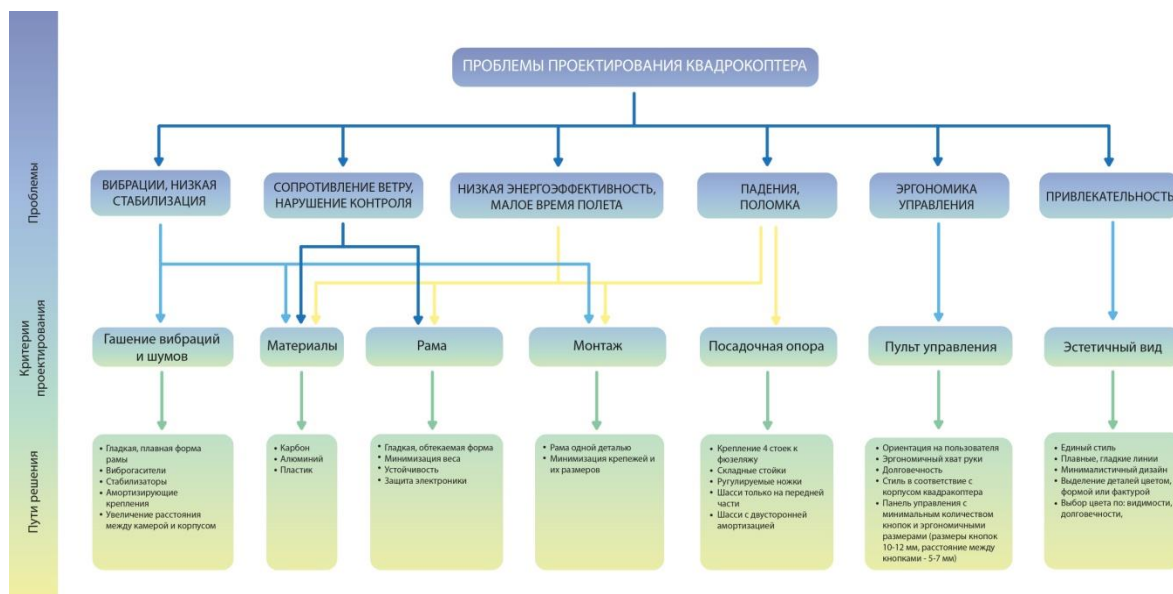


Рис. 1. Функциональная схема проектирования

Результаты

Экологический мониторинг с помощью БПЛА может быть использован в нескольких направлениях – анализ почвы, воздуха, воды, а также измерение электромагнитных полей. Для измерения каждого из них необходимы определенные датчики, собирающиеся в общую конструкцию. Интеграция этих датчиков к общей конструкции корпуса будет осуществляться отдельными блоками. Например, для анализа состояния воздуха будет отдельный конструкторский блок, который с помощью элементов крепления присоединяется к основному корпусу БПЛА. Также и для остальных. Предполагается возможность крепления блоков по отдельности или же вместе (что существенно утяжелит вес БПЛА).

После патентного и аналогового исследования БПЛА с уклоном на экологический мониторинг, были выделены следующие **блоки** (в количестве 5 штук, а также крепление тепловизора на один из них):

- Камера (с возможностью крепления к ней тепловизора).
- Радар или лидар.
- Блок анализа газов (датчики концентрации газов, пыли и аэрозолей, термодинамические датчики).
- Контейнер для взятия пробы воды.
- Блок анализа магнитных полей (антенна, магнитометр, радиочастотный идентификатор и анализатор спектра).

Ниже представлена комбинаторная схема, которая демонстрирует различные варианты крепления блоков к корпусу (рис. 2) [6]. Камера и контейнер для взятия проб воды могут быть размещены только снизу, остальные блоки как сверху, так и снизу. Крепление происходит с помощью полуоборотного фиксатора с магнитом.

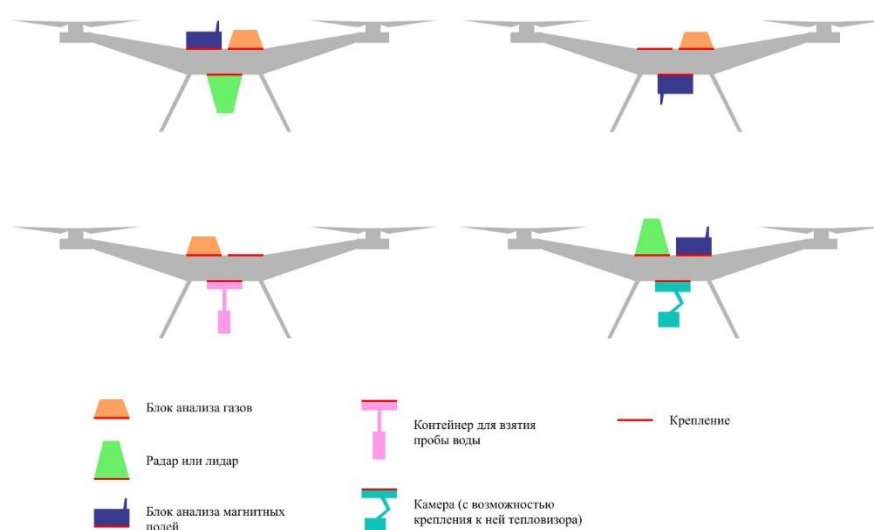


Рис. 2. Комбинаторная схема

Для эскизирования было решено взять только сам корпус дрона, чтобы определиться со стилем и последующем формообразованием. Дополнительные блоки будут разработаны в дальнейшем. В результате эскизирования было создано 3 концепции для корпуса. У каждой из них предполагается отверстия сверху и снизу.

Эскиз № 1 представляет собой конструкцию плавной крестообразной формы (рис. 3).

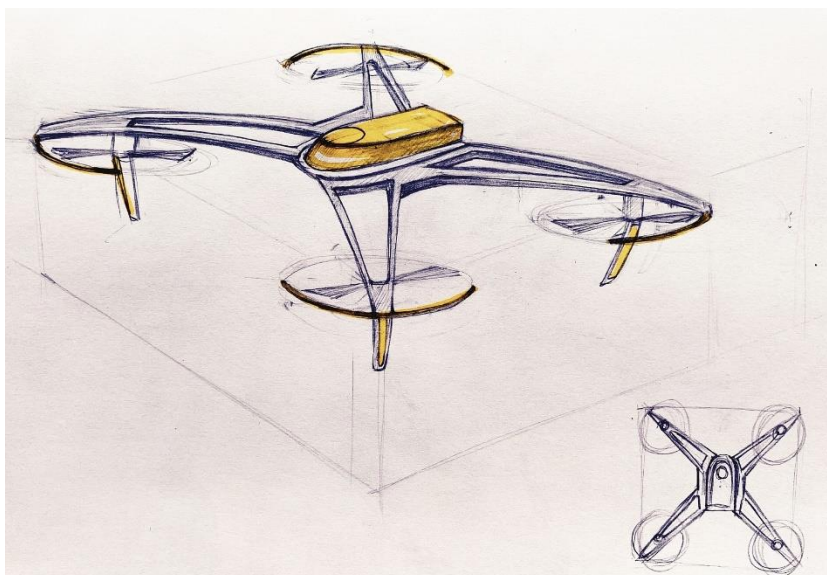


Рис. 3. Эскиз №1

Визуально ярким пятном является центральная часть корпуса, там располагается вся функциональная «начинка». Конструкция имеет осевую симметрию. Лопасти защищены полукругом. Имеется посадочная опора с подсветкой. Имеется 1 место для крепления блоков сверху и 2 снизу.

Эскиз №2 имеет более геометричную форму, в основе которой лежит шестигранник (рис. 2). Симметрия центральная. Здесь посадочная опора уже расположена ближе к центру. Лопасти также имеют защитную конструкцию. Имеется 1 место для крепления блоков сверху и 1 снизу.

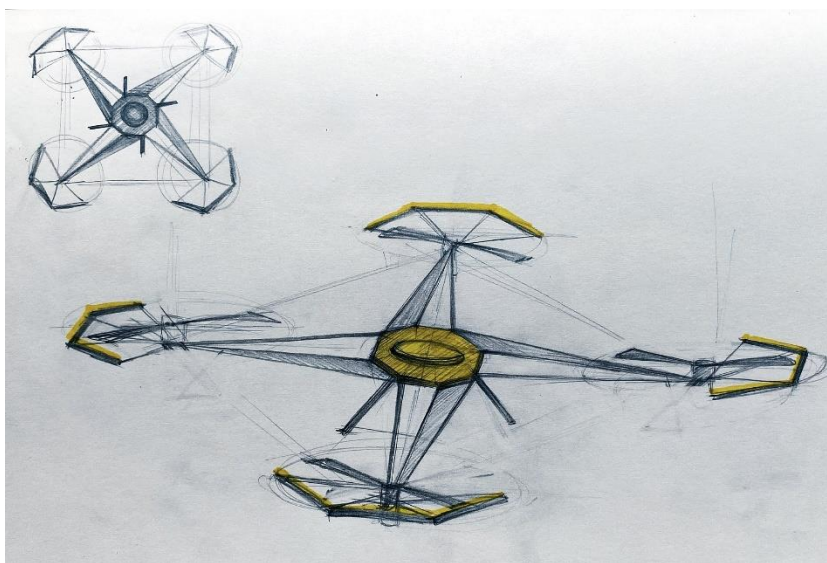


Рис. 4. Эскиз №2

В основе формообразования эскиза №3 лежат окружности и прямоугольник (рис. 5). Симметрия осевая. Имеется съемный защитный механизм лопастей, сочетающий в себе и функции посадочной опоры. Имеется 1 место для крепления блоков сверху и 2 снизу.

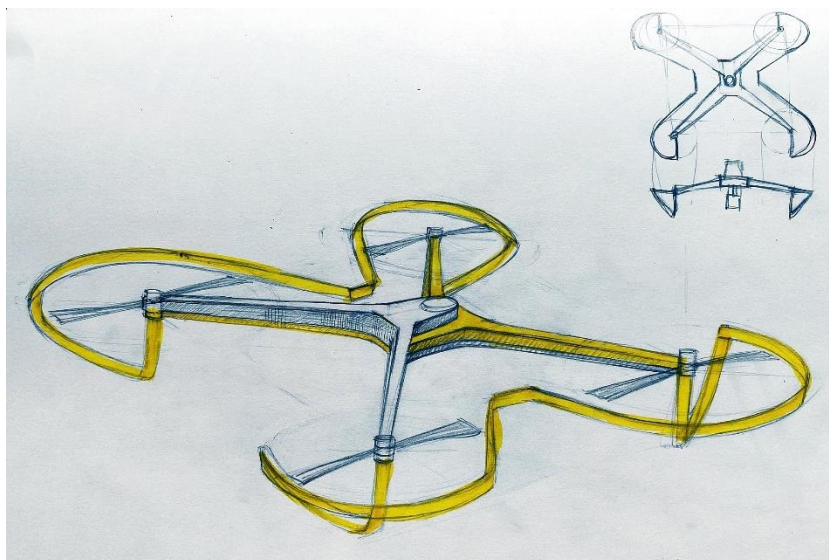


Рис. 5. Эскиз №3

Далее все эскизы были оценены по 10-ти бальной шкале по каждому из ранее выявленных критериев (Таблица 1). Оценка проводилась на основе визуального анализа эскизов (объемов, формы, эргономики). В итоге, самая лучшая оценка оказалась у эскиза №1, он взят на дальнейшую доработку и моделирование.

Таблица 1

Сравнительная таблица эскизов по критериям проектирования БПЛА

	Эскиз 1	Эскиз 2	Эскиз 3
Гашение вибраций и шумов	9	6	5
Минимизация веса	7	9	8
Минимизация количества монтажных деталей	8	7	9
Устойчивость	9	7	8
Защита внутренних и внешних функциональных компонентов	9	8	10
Наличие и надежность посадочной опоры	9	7	7
Гармоничность, целостность формы. Эстетичный внешний вид	10	8	10
Итог:	8.71	7.42	8.14

Заключение

По результатам исследования были выявлены основные проблемы, выявлены критерии для проектирования и на их основе предложены пути решения для поставленных проблем. Получена структурированная информация и схемы, которые позволят с помощью промышленного дизайна сделать конструкцию БПЛА более эргономичной, технически эффективной и внешне привлекательной. Разработана конструкция БПЛА для экологического мониторинга, представлена комбинаторная схема с наиболее полезными блоками. Представлено 3 эскизные концепции и проведена их оценка по ранее выявленным критериям.

Список использованных источников

1. Апкин Р.Н., Минакова Е.А. Экологический мониторинг // Учебное пособие – Казань. – 2015. – 128 с.
2. Квадрокоптер // Wikipedia: сайт. – 2015. – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Quadcopter> (дата обращения: 01.02.2024).
3. Официальный магазин DJI в России // DJI : сайт. – URL: <https://4vision.ru/?ysclid=lu8lk4ccz274688256> (дата обращения: 01.02.2024).
4. Роспатент платформа // Роспатент : сайт. – 2022. – URL: <https://searchplatform.rospatent.gov.ru/> (дата обращения: 01.02.2024).
5. Казневский В.П. Аэродинамика в природе и технике // Учебно-педагогическое пособие – Москва. – 1958. – 136 с.
6. Михеева М.М. Основы системного дизайна // Методическое указание – Москва. – 2010. – 59 с.