

Концептуальный отчет команды «КБ-102»

Оглавление

1	Команда	1
2	Анализ технического задания и ограничений	1
3	Предварительный облик летательного аппарата.....	2
4	Бортовое оборудование и программное обеспечение.....	2
5	Процесс разработки.....	3
6	График работ.....	4
7	Список источников.....	4

1 Команда

	Кулишов Александр – куратор Курирует процесс производства		Бунаков Егор Разработка аппаратной и программной частей автопилота		Сутурин Даниил – капитан Ведение документации
	Сериков Алексей Выбор и проектирование БО		Огородников Егор Аэродинамические расчеты		Сериков Василий Интеграция БО и коммерческого полетного контроллера
	Волков Роман Разработка систем управления, навигации, компьютерного зрения	<h2>2 Анализ технического задания и ограничений</h2> <h3>2.1 Выбор полетного задания</h3> <p>Командой было принято решение о выборе легкого маршрута длиной 20 км со сбросом груза. Так же будет вестись разработка системы компьютерного зрения. Приоритет в разработке отдан системе управления и грузоподъемности ЛА, поэтому акробатика не включена в полетное задание.</p> <h3>2.2 Скорость горизонтального полета</h3> <p>Для прохождения маршрута длиной 20 км ([1] стр. 49) за 20 мин оценим среднюю скорость ЛА относительно земли</p> $v_g = 21 \text{ м/с. Тогда в отсутствие ветра } q = \frac{\rho v_g^2}{2} \approx 265 \text{ Па/м}$			

3 Предварительный облик летательного аппарата

3.1 Аэродинамическая схема

Предполагается крепить крыло к верхней части фюзеляжа, т.к. это позволит уменьшить шанс повреждения крыла при крене в ходе посадки на днище. Прямоугольная форма крыла наиболее доступная в изготовлении. В качестве хвостового оперения рассматривается V-образная схема, так как проста в изготовлении и меньший риск при крене во время посадки зацепить поверхность. Команда пришла к решению о выборе одиночного тянущего винта в носовой части ЛА, что позволит безопасно запускать с рук ЛА и обеспечит обдув винтом крыла и охлаждение мотора набегающим воздухом.

3.2 Оценка геометрических характеристик

Площадь крыла $S = cb$, где c – средняя аэродинамическая хорда, b – размах крыла. Возьмём удлинение крыла $\lambda = \frac{b^2}{S} = \frac{b}{c} \approx 7$ как наиболее распространённое значение для гражданских ЛА ([2] стр. 78). Также примем $c \approx 20$ см, чтобы крыло помещалось в транспортировочную коробку 150 см × 35 см × 35 см ([1] стр. 26). Таким образом, $S = cb = 7c^2 \approx 0.28 \text{ м}^2$, $b = 1.4 \text{ м}$

Для возможности транспортировки груза внутри объема фюзеляжа, минимальные характерные размеры в сечении должны быть порядка 80 × 80 мм.

3.3 Силовая установка и элементы питания

Потребная тяга горизонтального полёта $T_{\text{гп}} = \frac{G}{K_{\text{ЛА}}} \approx 0.35 \text{ кгс}$, где $K_{\text{ЛА}} \approx 10$ – аэродинамическое качество ЛА ([2] стр. 39 рис. 3.5)

Необходимую тягу в режиме набора высоты оценим следующим образом $T_{\text{под}} = D + G \sin(\gamma) = T_{\text{гп}} + G \sin(\gamma) = 1.26 \text{ кгс}$

На основе анализа выше был выбран мотор с характеристиками, приведенными в таблице

Модель	Максимальная мощность	Kv	Размер винта (дюймы)
AT2814	650 Ватт	900	11x5.5

Таблица 1 – Характеристики мотора

Для обеспечения СУ и бортового оборудования необходимой мощностью в течении 20 минут полета предварительно был выбран Li-Po аккумулятор типа 4S емкостью 6 А · ч

4 Бортовое оборудование и программное обеспечение

4.1 Аппаратная часть

На борту ЛА планируется расположить два полетных контроллера, один из которых коммерческий (Matek H743 Wing) будет создавать управляющие воздействия на рули управления и определять обороты двигателя, второй полетный контроллер – «пассажир» собственной разработки планируется использовать для сбора данных телеметрии и анализа выдающих им управляющих воздействий. В состав БО будут входить: модуль GPS, датчик дифференциального давления, сервоприводы, FPV система на частоте 5.8 ГГц, приемник управляющего воздействия на частоте 2.4 ГГц.

В состав разрабатываемого аппаратного решения входят: блок инерциальной навигации, блок измерения магнитного поля, блок спутниковой навигации. Контроллер полета будет взаимодействовать с такими внешними модулями как: коммерческий блок командно-телеметрической радио линии, использующий технологию модуляции LoRa, позволит передавать командно-телеметрическую информацию на расстоянии до 10 км; постоянно запоминающее устройство, а именно FLASH память для сохранения всей телеметрии полета.

4.2 Программная часть

В качестве основного программного обеспечения для управления и автономной навигации будет выступать ArduPilot. Однако команда приняла решение о параллельной разработке своего полетного контроллера и автопилота. Предполагается, что на дальнейших стадиях разработки, в ходе которых будут определены аэродинамический облик и характеристики ЛА, динамическая модель ЛА будет взята за основу для синтеза и моделирования управления в среде динамического моделирования Matlab Simulink и дальнейшего переноса программы на язык C для реализации алгоритмов автопилота на базе разрабатываемой аппаратной части. В случае положительного результата макетирования разрабатываемого решения будет произведен сбор телеметрии с контроллера в режиме «пассажир» на борту ЛА. Если полет будет признан успешным (автопилот правильно сообщает управляющее воздействие), то дальнейший шаг – разрабатываемый контроллер и алгоритм становятся основной аппаратной и программной частью системы управления ЛА.

4.3 Система компьютерного зрения

Так как ни один член команды не обладает достаточным опытом работы с системами компьютерного зрения, оценка трудоемкости затруднительна. По этой же причине в ходе коллективного обсуждения задача была признана неприоритетной, с допущением возможности её реализации при наличии свободных трудовых ресурсов. Система компьютерного зрения включает в себя видеокамеру для получения изображения, вычислитель для его обработки и распознавания на нём символов, а также кардридер с поддержкой MicroSD карт для сохранения данных. Необходимо будет разработать ПО для распознавания букв армянского алфавита: данную задачу предлагается решить с помощью свёрточной нейронной сети, на вход которой будет подаваться предобработанное изображение, содержащее лишь саму букву. Данный подход призван упростить процесс обучения нейронной сети. Географические координаты символа будут определяться с помощью его угловых координат, измеряемых камерой относительно ЛА, и местоположения самого ЛА, определяемого его навигационной системой.

5 Процесс разработки

Подход к проектированию ЛА представлен на рисунке 1.

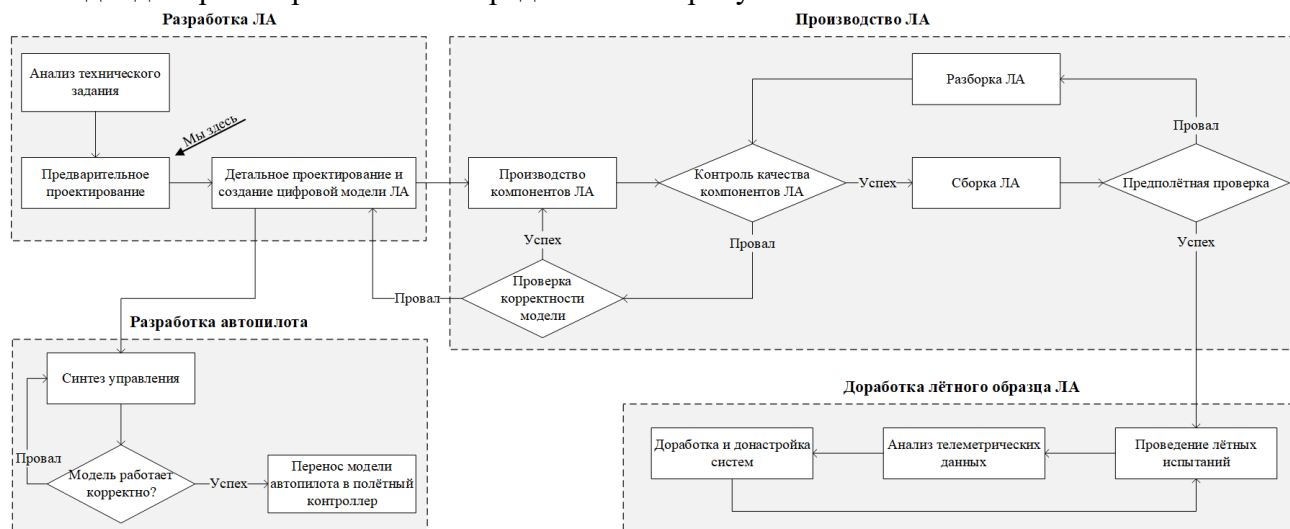


Рисунок 1 – блок-схема процесса разработки ЛА

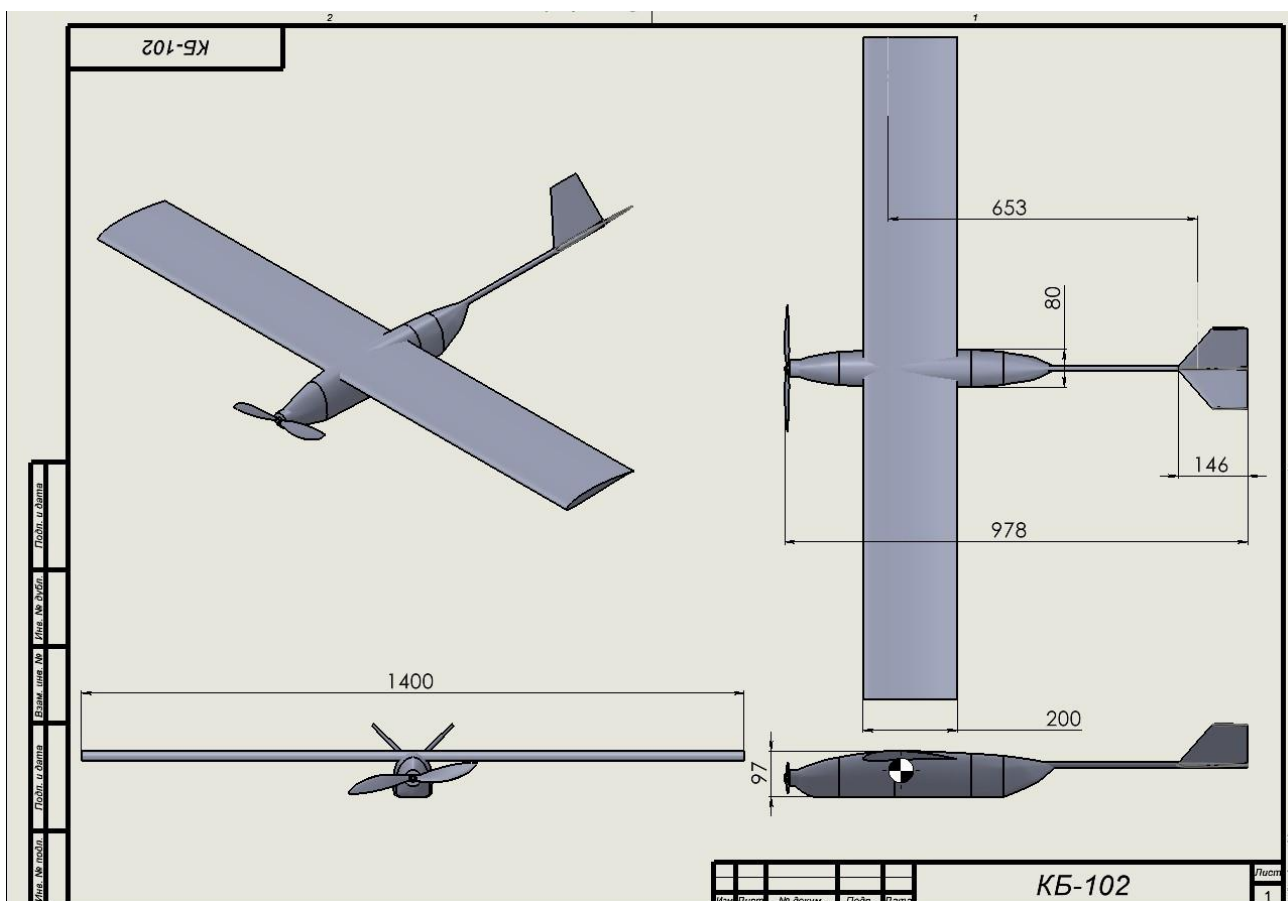


Рисунок 2 – Чертежный вид ЛА

6 График работ

Детализированный график работ с описанием задач и ответственных прилагается по [ссылке](#).

7 Список источников

1. Положение о Студенческом конкурсе авиационного творчества (СКАТ) Основной трек
2. D.P. Raymer, Aircraft Design: A Conceptual Approach. AIAA, 2018. — 1062 с.