







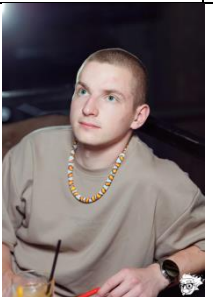


# Концептуальный отчет команды «КБ-102»

## Оглавление

Концептуальный отчет команды «КБ-102».....	1
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.....	5

## 1 Команда

	<b>Кулишов Александр</b> – куратор Курирует процесс производства		<b>Бунаков Егор</b> Разработка аппаратной и программной частей автопилота		<b>Сутурин Даниил</b> – капитан Ведение документации
	<b>Сериков Алексей</b> Выбор и проектирование БО		<b>Огородников Егор</b> Аэродинамические расчеты		<b>Максимов Руслан</b> Разработка систем управления, навигации
	<b>Волков Роман</b> Разработка систем управления, навигации, компьютерного зрения		<b>Гончарова Диана</b> Разработка систем управления, навигации		<b>Сериков Василий</b> Интеграция БО и коммерческого полетного контроллера

## 2 Анализ технического задания и ограничений

## 2.1 Выбор полетного задания

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.

## 2.2 Скорость горизонтального полета

Для прохождения маршрута длиной  $x = 20$  км ([1] стр. 49) за  $t = 20$  мин ([1] стр. 44) оценим среднюю скорость ЛА относительно земли  $v_g = 21$  м/с. Тогда в отсутствие ветра динамическое давление  $q = \frac{\rho v_g^2}{2} \approx 265$  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,  $S = cb = 7c^2 \approx 0.28$  м<sup>2</sup>,  $b = 1.4$  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  $T_{гп} = \frac{G}{K_{ЛА}} \approx 0.35$  кгс, где  $K_{ЛА} \approx 10$  – аэродинамическое качество ЛА ([2] стр. 39 рис. 3.5)

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

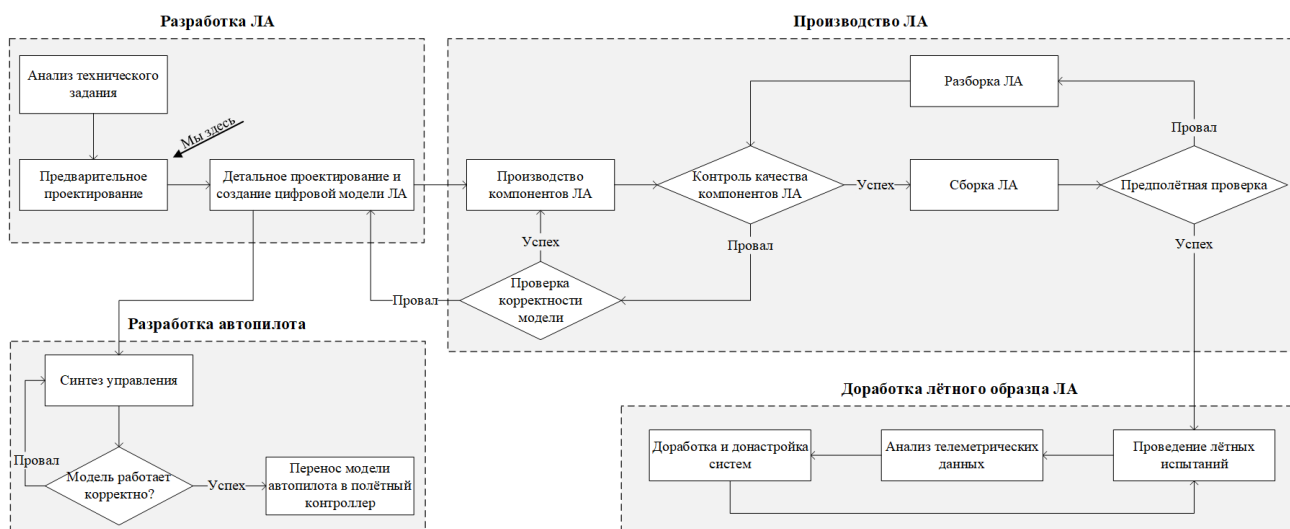


Рисунок 1 – блок-схема процесса разработки ЛА

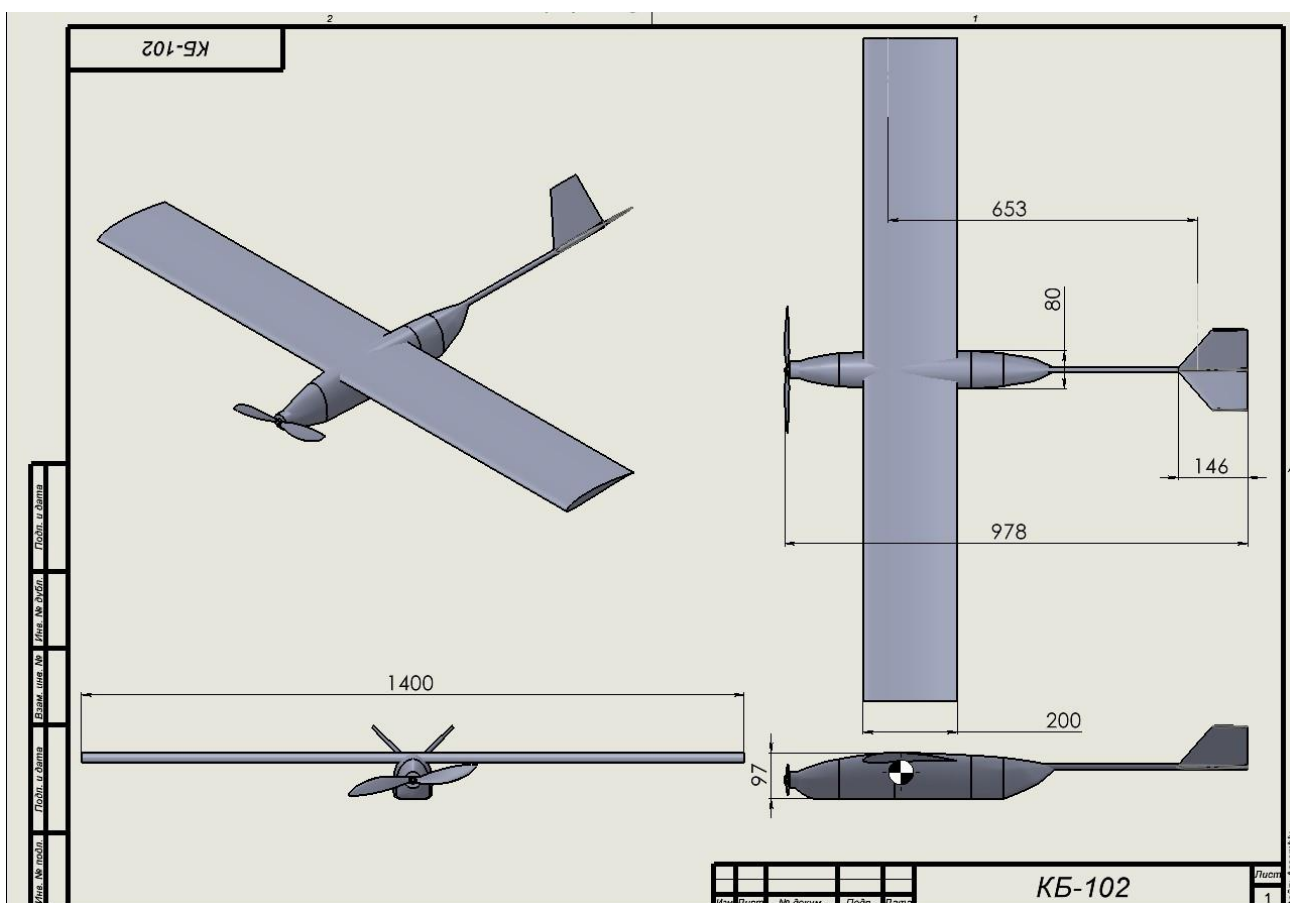


Рисунок 2 – Чертежный вид ЛА

## 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.