

Региональная открытая конференция по научно-техническому творчеству
школьников «Лабиринты науки»

Секция «Конструкторская деятельность»

**Создание модели агродрона
самолётного типа**

Выполнил: Каплин Илья Михайлович

МОУ СОШ «Образовательный комплекс № 33»

«Центр образования школа № 18»,

ученик 9 «Г» класса

Научный руководитель: Боровкова Юлия Викторовна

МОУ СОШ «Образовательный комплекс № 33»

«Центр образования школа № 18»,

учитель физики

Ярославль, 2025

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Понятие и особенности агродронов.....	5
Глава 2. Практический опыт создания модели агродрона.....	6
Заключение.....	9
Список литературы.....	10
Приложение.....	12

Введение

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что использование дронов в сельском хозяйстве является новой и перспективной технологией. Такое новаторство появилось в Японии в начале XXI в. [9]. В России использование дронов в сельском хозяйстве началось в постковидный период. Сейчас в сельском хозяйстве используют всего 2 тысячи дронов, стоимостью около 2 миллионов рублей каждый. Их численность к 2030-му будет увеличена до 40 тысяч штук. Затраты на один агродрон окупаются примерно за год, если он обрабатывает хотя бы 5–7 тысяч га. По данным Минсельхоза России, агродроны сэкономят отечественным фермерским хозяйствам около 500 миллиардов рублей в год. [3]

Проблема: с одной стороны, сельскохозяйственное производство является трудоёмким, с другой стороны решение этой задачи с помощью традиционной агротехники ограничено (требует непосредственного управления человека, не все сельскохозяйственные работы таким образом автоматизированы, технике трудно работать на неровной местности, она оставляет в земле колею и т.д.).

Цель проекта: разработка агродрона самолётного типа в виде модели штурмовика Ил-2.

Задачи проекта: 1) на основе изучения литературы создать шаблон деталей агродрона; 2) обеспечить проект материалами и комплектующими; 3) создать детали и узлы агродрона; 4) собрать его модель; 5) провести её тестирование.

Предметные области проекта: физика, инженерия

Объект исследования: беспилотный летательный аппарат (БПЛА)

Методы исследования: эксперимент, измерение, моделирование

Практическая значимость проекта заключается в следующем: 1) облегчение и удешевление сельскохозяйственного производства; 2) дальнейшее развитие отечественной беспилотной авиации; 3) обеспечение экологической и продовольственной безопасности страны.

Продукт проекта: модель агродрона

Глава 1. Понятие и особенности агродронов

БПЛА (беспилотный летательный аппарат) – это летательный аппарат, который управляется без пилота на борту, то есть дистанционно.

В источниках выделяют следующие виды БПЛА [1,6]:

1) аэростатические, 2) реактивные, 3) БПЛА самолетного типа (с фиксированным крылом), 4) БПЛА вертолетного типа (однороторные), 5) мультикоптерные (мультироторные) БПЛА, 6) гибридные БПЛА (конвертопланы).

БПЛА самолётного типа с фиксированным крылом способны летать благодаря подъёмной силе, создаваемой аэродинамической формой крыла при движении вперёд с определённой скоростью, развитие которой достигается различными способами. Агродрон – беспилотный летательный аппарат, разработанный специально для использования в сельском хозяйстве с целью оптимизации процессов возделывания растений, контроля урожая и улучшения управления агрокультурами [7]. Принципиальная схема агродрона приведена на рис. 1 прил. 1.

Агродрон представляет собой сочетание механических элементов, аппаратного и программного обеспечения. Параметры конфигурации БПЛА выбираются в соответствии с целевыми задачами. К возможным компонентам агродрона относятся: рама, полетный контроллер, система навигации, силовая установка, системы контроля, система видеомониторинга, система распыления / внесения удобрений.

В результате анализа источников были выделены следующие практические направления работы агродронов [3, 4, 7, 9]: 1). Картографирование местности. 2). Обработка агрокультур жидкими и твердыми химикатами и удобрениями (микроудобрениями). 3). Измерение влажности почвы, температуры растений, мониторинг болезней сельскохозяйственных культур. 4). Рассев семян агрокультур. 5). Распределение мелких полезных насекомых.

Основные преимущества от применения агродронов [3, 4, 7, 9]:

1). Снижение времени и себестоимости обработки. 2). Возможность перемещения в любую точку поля в любое время суток. 3). Точность распыления и равномерная обработка поля. 4). Доступность технологий. Детали и части агродронов уже делают на 3D-принтерах или заказывают с торговых интернет-площадок типа «Али экспресс». 5). Агродрон не имеет технологической колеи, как наземные агромашины, и он может работать на высоких культурах (подсолнечник, кукуруза), что позволяет сохранить до 10% урожая. 6). Тандемная работа агродрона с другими БПЛА.

Основные недостатки применения агродронов в сельском хозяйстве [3, 4, 7, 9]: 1). Определённые требования к стартовой площадке. 2). Лимит времени полета агродрона - в среднем до 40 минут. 3). Лимит массы подъёма груза – в среднем до 12 кг. 4). Лимит объема рабочего бака – в среднем до 12 литров. 5). Большая зависимость работ от погоды. 6). Помехами полета дронов являются линии электропередач, деревья и др. 7). Необходимость частого перезалива и дозаправки рабочей жидкости и агрохимикатов в емкости дрона; нужно при этом иметь дополнительное оборудование, узел: емкости, баки для смешивания и перезалива жидкостей и т.п. 8). Потребность в частой и быстрой перезарядке аккумуляторных батарей или наличия запасных батарей или зарядного устройства с бензогенератором в поле, наличие специальной электропроводки и т.п.

Стоит отметить, что достоинства агродронов превышают их недостатки. Дроны дешевеют, растет их функционал и возможности. Таким образом, агродроны – это перспективная технология для сельского хозяйства.

Глава 2. Практический опыт создания агродрона

Возникла идея агродрона самолетного типа: создать одномоторный моноплан горизонтального взлёта и посадки с трёхопорным шасси, с низкорасположенным крылом неизменяемой стреловидности, с небольшой круткой крыла. Был продуман дизайн агродрона: решено сделать его в виде серийной модификации советского штурмовика Ил-2, разработанной в 1942 году в ОКБ-240 под руководством С.В. Ильюшина. Он является самым массовым боевым самолётом в истории авиации (рис. 2 прил. 1). На основе источника [8] были созданы шаблоны агродрона (прил. 2). После этого были выбраны и приобретены компоненты агродрона (прил. 3):

1. Материалы: фанера, листы пенополистерола (пенолисты), прозрачный пластик, малярный скотч, проволока, провода, краска, стяжки, гвоздики и резиночки для крепления крышки батарейного отсека.
2. Детали: двигатель, пропеллер, регулятор оборотов, радиопередатчик, радиоприёмник, аккумулятор, сервоприводы, колёсики, зарядное устройство

Дадим характеристику наиболее важных частей разработанного агродрона.

Характеристики бесщеточного двигателя A2212 1400KV: обороты: 1400KV, питание: 2-3S, вал: 3.17мм, диаметр: 27мм, максимальный ток: 19А, максимальная эффективность: 80%, масса: 48г

Характеристики регулятора оборотов 30A ESC XT60 Plug: непрерывный 30А, пиковый 40А до 10 секунд. Входное напряжение: 2-3-элементная литиевая батарея или 5-9-элементная батарея NiCd/NIMh. ВЕС: 2А / 5V (линейный режим). Максимальная скорость: 210 000 об/мин для 2-полюсного BLM, 70 000 об/мин для 6-полюсного BLM, 35 000 об/мин для 12-полюсного BLM. (BLM: бесколлекторный двигатель) с разъемом XT60 и разъемами типа «банан» 3,5 мм.

Характеристики сервопривода SG90 9G Mini Servo 8060: мини-сервопривод, весит 9 грамм и обеспечивает крутящий момент 1,5 кг/см.

Характеристики приёмника Flysky FS - IA6B: 6 каналов; диапазон радиочастот: 2,4055-2,475 ГГц; RF чувствительность приемника: -105 дБм; полоса пропускания: 500 кГц; система 2.4ГГц: AFHDS 2A; тип модуляции: GFSK; питание: DC 4,0-6,5В; длина антенны: 26 мм (Двойная антенна); вес: 14,9 г; размер: 47 * 26,2 * 15 мм; порт i-BUS; имеется порт сбора данных.

Характеристики передатчика Flysky FS-i6: диапазон: 2,4ГГц ISM (2.400-2.480 МГц); количество каналов управления: 6; тип модели: планер / вертолёт / самолёт / квадрокоптер; количество моделей в памяти: 20; полоса пропускания: 500 кГц; модуляция: GFSK; протокол работы: AFHDS 2A и AFHDS; разрешение сигнала: 1024; количество частотных каналов: 16 из 142 возможных на всём диапазоне; выходная мощность ВЧ-сигнала: менее, чем 20dbm; дальность радиоуправления: 900 м; рабочий ток: не более 100 мА; рабочее напряжение: 6В (1,5В x 4 AA), с сигнализацией при менее, чем 4.2 В; экран: 128x64 пикселей при размерах 73x39 мм; размеры: 174x89x190мм; вес: 392 г (с батарейками 487 г);

Порядок каналов: CH1 – 1й элерон; CH2 - руль высоты; CH3 – газ; CH4 - руль направления; CH5 - 2й элерон через микшер; CH6 - сброс груза

Характеристики аккумулятора LiPo 3S 11,1V, 1500 mAh, 40C XT60: тип аккумулятора: LiPo, количество элементов: 3s; напряжение: 11.1В; с рейтинг-45C; отдача: 1500мАч.

Некоторые части и узлы агродрона были изготовлены самостоятельно (прил. 4)

Характеристика собранных узлов агродрона:

- Рули (руль высоты, руль направления, элероны). На рулях расположены кабанчики, сделанные из фанеры. Они прикреплены проволокой к качалке сервопривода. При повороте качалки сервопривод тянет проволоку, которая тянет за собой руль с кабанчиком (рис. 3 прил. 5).

Сервоприводы элеронов соединены дополнительными проводами с приёмником из-за удалённости сервоприводов.

- Створки бомбоотсека: на створках бомбоотсека расположены кабанчики, они соединены сервоприводом, проволокой в виде W. Когда сервопривод опускает качалку, V – образная проволока давит на створки люка, из-за чего они открываются.

Затем происходила сборка, обтяжка и покраска агродрона. Фотоотчёт прилагается (прил. 5).

Характеристики собранной модели агродрона:

Размер: длина 850 мм, размах крыльев 1080 мм, высота 230 мм; вес: 1 кг; тяга мотора: 1 кг; диаметр винта: 200 мм.

После сборки агродрон был протестирован в помещении.

Таким образом, поэтапно мы создали модель агродрона самолётного типа в виде серийной модификации советского штурмовика Ил-2. Время выполнения проекта: 1 год от возникновения идеи до окончания сборки модели и ее проверки.

Заключение

В рамках данного проекта в соответствии с поставленными задачами нами изучена и представлена в работе литература, посвящённая дронам и созданию их моделей. Агродрон определён как БПЛА, разработанный специально для сельского хозяйства. Раскрыты принципы работы воздушного винта и крыла агродрона самолётного типа. Выяснено, что агродрон имеет широкий функционал использования в сельском хозяйстве. В 1 главе представлена характеристика наиболее популярных моделей агродронов, а также принципиальная схема агродрона. Систематизированы достоинства и ограничения использования агродронов в сельском хозяйстве. Сделан вывод, что достоинства перекрывают их недостатки. Кроме того, дроны постоянно совершенствуются, что приведёт к уменьшению имеющихся недостатков.

Материал, систематизированный и изложенный в 1 части работы, послужил теоретической основой для создания агродрона самолётного типа, который было решено сделать в виде серийной модификации советского штурмовика Ил-2. На основе чертежей этого самолёта были созданы шаблоны агродрона, выбраны и приобретены компоненты для будущей модели, изготовлены некоторые детали и узлы агродрона, описаны их характеристики; собрана его модель. Последующее тестирование агродрона показало его работоспособность. Также были подсчитаны затраты на создание данной модели агродрона.

Таким образом, цель работы достигнута, а её задачи успешно решены.

Список литературы

1. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие / М.А. Ковалёв, Д.Н. Овакимян – Текст непосредственный/ – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 96 с.
2. Дрон своими руками - Текст : электронный // Дрономания: онлайн журнал о дронах - URL: https://dronomania.ru/faq/dron-svoimi-rukami-urok-2-ramy.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.ru%2F (дата обращения 18.11.2024)
3. Дроны в сельском хозяйстве - Текст : электронный // Деловой интернет-портал TAdviser : официальный сайт - URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения 15.03.2025)
4. Ленский, А.В., Абдулхаев, Х.Г. Конструктивные особенности агродронов/А. В. Ленский, Х. Г. Абдулаев - Текст : электронный // Илм, tadqiqot va taraqqiyot / Наука, исследования и развитие. - 2025 – № 1 – С. 75 – 80 - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konstruktivnye-osobennosti-agrodronov> (дата обращения: 26.03.2025)
5. Сам себе инженер: как создать свой дрон и управлять его движением - Текст : электронный // Хайтек: онлайн-журнал Автономной некоммерческой организации высшего образования «Университет Иннополис». - 22.06.2022 - URL: <https://hightech.fm/2022/06/29/how-to-make-drone> (дата обращения: 26.01.2025)
6. Сборка БПЛА - Текст : электронный // Технопарк Кванториум. Томская область : официальный сайт - URL: https://kvantoriumtomsk.ru/modeling_drone (дата обращения 09.10.2024)
7. Туркин, В.Н. Особенности использования агродронов в системе агрохимии и АПК // В.Н. Туркин, А.В. Шемякин, А.П. Кутейникова - Текст : электронный // Сетевой научный журнал РГАТУ. - 2025. № 1 (7).

- 7-21. - URL: <https://networkjournal.ru/files/dynamic/Articles/bab1c3ee-c4fe-421c-bacb-c1b2f3cd3818.pdf> (дата обращения: 26.04.2025).
8. Чертежи самолёта "Ил-2"- Текст : электронный // Поисковое объединение Тризна – официальный сайт – 29.05.2019 - URL: <https://trizna.ru/forum/topic/45028-%D1%87%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B5%D0%B6%D0%B8-%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%91%D1%82%D0%B0-%D0%B8%D0%BB-2/> (дата обращения 15.05.2024)
9. Что такое агродроны и зачем они нужны? - Текст : электронный // Учебный центр профессионального образования ЦПО БПЛА: официальный сайт. - URL: https://dronschoool.ru/agro_droney?ysclid=mb6bmxpt6m896919395 (дата обращения 10.03.2025)

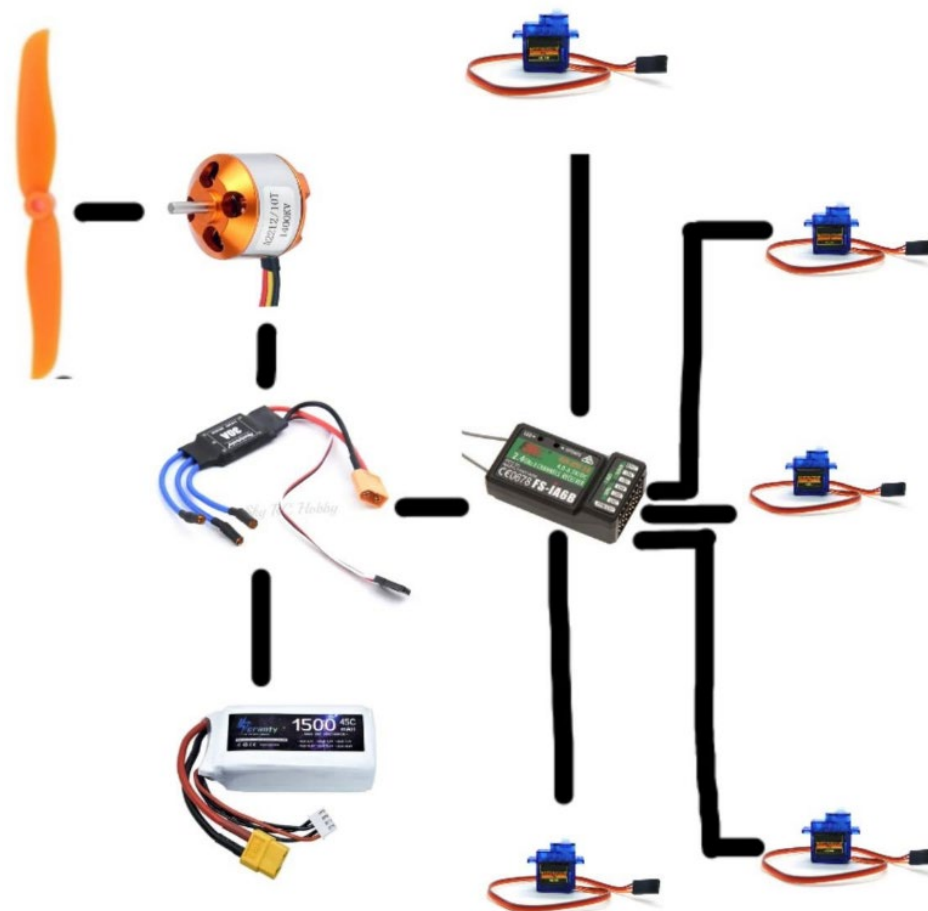


Рисунок 1 - Схема электроники агродрона



Рисунок 2 – Советский штурмовик Ил-2 (фотография из открытых источников)

Шаблоны модели агродрона

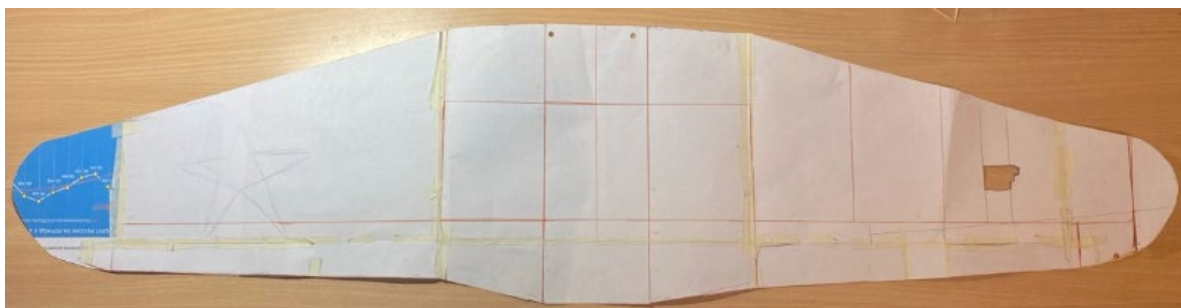


Рисунок 1 – Шаблон крыла модели агродрона

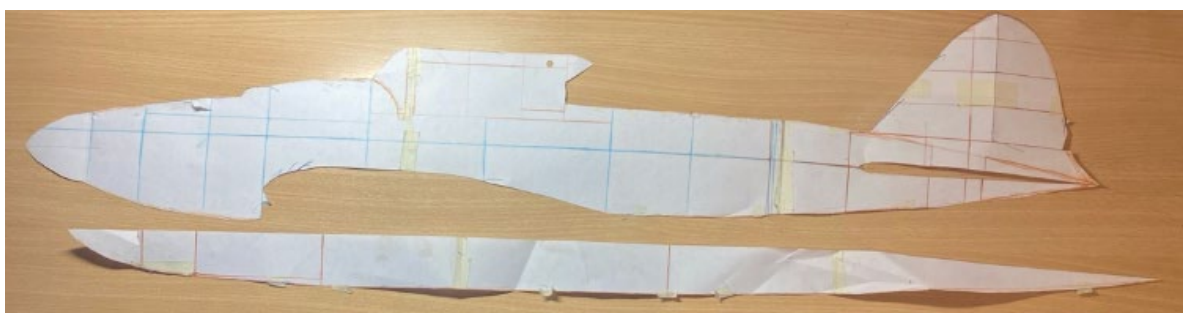


Рисунок 2 – Шаблоны фюзеляжа модели агродрона

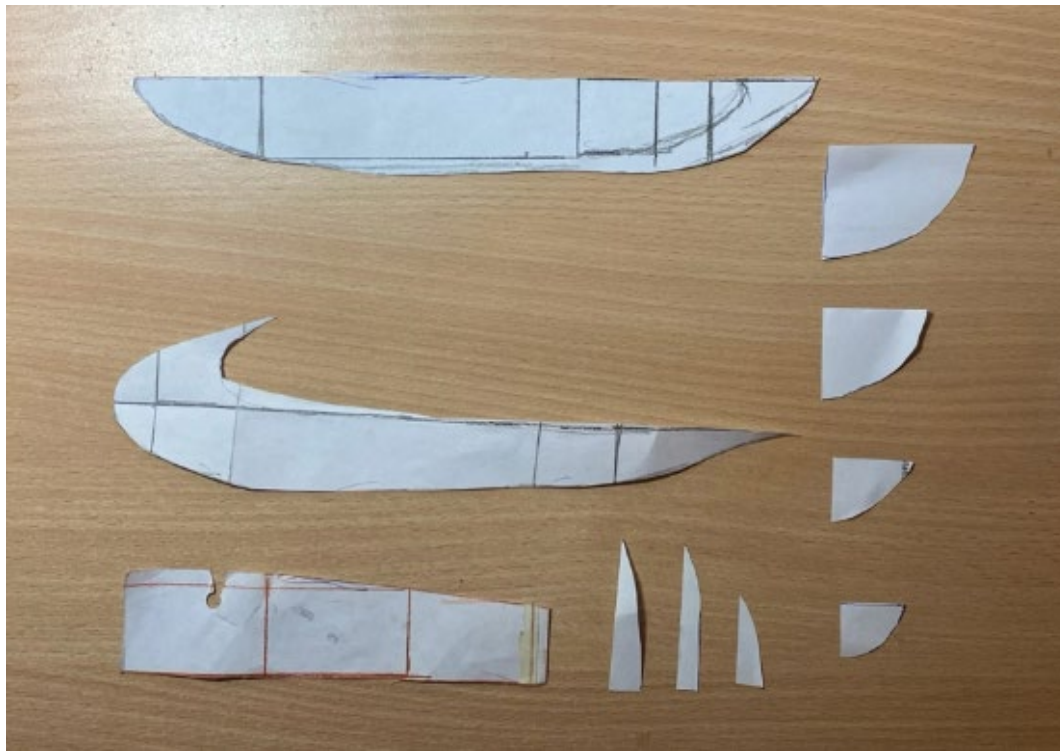


Рисунок 3 – Шаблоны распорок фюзеляжа, обтекателя шасси и ланжерона модели агродрона

Таблица 1 - Компоненты модели агродрона, их стоимость и место приобретения [составлена автором]

№ п/п	Наименование компонента	Стоимость, руб	Место приобретения
1	Фанера 4 мм ФК шлифовальная 760×760 мм, сорт 2/4 0,578 м ²	224	Лемана ПРО (Леруа Мерлен)
2	Листы пенополистерола: подложка Axton XPS 3 мм 6 м ²	551	Лемана ПРО (Леруа Мерлен)
3	Прозрачный пластик	бесплатно	Крышка от упаковки творога «Обережье»
4	Малярный скотч: лента малярная Dexter шириной 48 мм 25 м	154	Лемана ПРО (Леруа Мерлен)
5	Проволока: - проволока 0,9 мм длиной 50 м из стали оцинкованной - проволока 1,5 мм из 30 м стали оцинкованной	200 382	Лемана ПРО (Леруа Мерлен)
6	Провода – перемычки для ARDUINO, 30 шт	145	Маркетплейс «Озон»
7	Краска в баллончике Arton черная	543	Граффити-маркет
8	Краска акриловая «Луч»: бирюзовая, красная, жёлтая	245 245 245	Маркетплейс «Озон»
9	Стяжки пластиковые 2,5 х 100 мм, белые 100 шт	124	Маркетплейс «Озон»
10	Гвоздики и резиночки (банковская, 6 см 200 гр)	190	Маркетплейс «Озон»
11	Комплект из двигателя, регулятора оборотов и пропеллера: A2212 1400KV Бесщеточный двигатель, 30A ESC XT60 Plug, SG90 9G Mini Servo 8060	961	Маркетплейс «Озон»
12	Радиопередатчик в комплекте	3058	Маркетплейс

	радиоприёмником Flysky Original Лицензия FS - i6 2,4 ГГц с 6 - канальным приёмником FS - IA6B		«Озон»
13	Аккумулятор LiPo 3S 11,1V, 1500 mAh, 40C XT60	1164	Маркетплейс «Озон»
14	Сервоприводы Ардуино SG90 / Сервомотор SG-90 180 / Micro Servo Arduino, 10 штук	1475	Маркетплейс «Озон»
15	Колёса: мебельный ролик неповоротный без тормоза – 2 шт 50 мм, до 50 кг, цвет серый	88*2 = 176	Лемана ПРО (ЛеруаМерлен)
16	Зарядное устройство B3 compact charger for 2S/3S LiPO	504	Маркетплейс «Озон»
Итого стоимость:		10586	

Таблица 1 - Компоненты модели агродрона, изготовленные самостоятельно [составлена автором]

№ п/п	Наименование компонента	Материал
1	Батарейный отсек	из пенополистерола
2	Крепление для батареи в батарейном отсеке	фанера, прозрачный пластик, медная проволока
3	Подушки для батареи	из пенополистерола
4	Силовые элементы	из фанеры
5	Фонарь кабины	из прозрачного пластика, обтянут малярным скотчем
6	Фюзеляж	из пенополистерола
7	Моторама	из фанеры
8	Рули высоты и направления, элероны	из пенолиста, из фанеры
9	Крылья с ланжеронами (из 3 частей каждый)	из фанеры и пенолиста
10	Шасси	из проволоки и колёсиков
11	Бомбоотсек	из фанеры, створок из пенополистерола, обтянутого скотчем, а также сервопривода, приводящего в действие створки проволочкой
12	Задний стабилизатор	из пенолиста, обтянутого малярным скотчем
13	Киль	из пенолиста, обтянутого малярным скотчем

Фотоотчёт по сборке модели агродрона



Рисунок 1 - Скелет фюзеляжа модели агродрона



Рисунок 2 - Скелет фюзеляжа модели агродрона с крылом



Рисунок 3 - Механизм работы руля направления модели агродрона



Рисунок 4 - Крыло модели агродрона с элеронами



Рисунок 5 - Капот модели агродрона с крышкой батарейного отсека и
винтом



Рисунок 6 - Фюзеляж модели агродрона с фонарём кабины и частично
обтянутым корпусом



Рисунок 7 - Частично обтянутый фюзеляж модели агродрона с полностью обшитым крылом



Рисунок 8 - Полностью обшитая модель агродрона с шасси и с обтянутым фонарём кабины



Рисунок 9 - Готовая модель агродрона