

Яновский Д.А., старший преподаватель;

Зенов А.А., старший преподаватель

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

КЛАССИФИКАЦИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. В статье представлена классификация беспилотных летательных аппаратов по техническим характеристикам, типу конструкции и способу управления. Рассматриваются преимущества и ограничения дронов вертолётного, самолётного и гибридного типов, а также особенности FPV и GPS-управления. Отмечается, что, несмотря на широкое практическое применение мультироторных БПЛА в сельском хозяйстве, теоретическое обоснование их конструктивных параметров для конкретных условий эксплуатации пока развито недостаточно.

Abstract. This article presents a classification of unmanned aerial vehicles based on their technical characteristics, design type, and control method. It examines the advantages and limitations of helicopter, fixed-wing, and hybrid drones, as well as the specifics of FPV and GPS control. It notes that, despite the widespread practical use of multi-rotor UAVs in agriculture, the theoretical justification for their design parameters for specific operating conditions remains insufficiently developed.

Ключевые слова. Сельскохозяйственный дрон, классификация, самолетный тип, вертолетный тип.

Keywords. Agricultural drone, classification, aircraft type, helicopter type.

Дроны классифицируют по разным критериям: количеству и расположению винтов или крыльев, цели использования, дальности полёта, массе полезной нагрузки, базовому механизму и прочее [1, 2].

По техническим характеристиками выделяют дроны трёх видов:

- вертолётного/коптерного (мультироторные – мультикоптерные и соосные);
- самолётного (с неподвижным крылом);
- гибридного (с винтами и крыльями).

В свою очередь вертолётный тип делится на 2 вида:

- мультироторные или мультикоптерные дроны – привычные многовинтовые модели;
- однороторные дроны, они оснащены большим ведущим винтом и в дополнение к нему имеют маленький хвостовой винт для контроля курса.

В основе самолётных моделей – несущие плоскости-крылья, которые обеспечивают дрону высокий, продолжительный полёт большого радиуса.

Беспилотники вертолётного (или коптерного) типа оснащены винтами. В зависимости от количества винтов коптеры делят на:

- трикоптер оснащен 3 винтами;
- квадрокоптер с 4 винтами;
- гексакоптер с 6 винтами;
- октокоптер с 8 винтами.

Однако в случае с попарно соосными винтами таких устоявшихся названий, сообщающих количество двигательно-винтовых элементов, нет, а потому они все называются соосными коптерами, а количество винтов уже шифруется по форм-фактору (рисунок 1).

Дроны коптерного типа отличаются плавностью и стабильностью полёта. Аппараты подходят для мониторинга территории и её детального анализа.

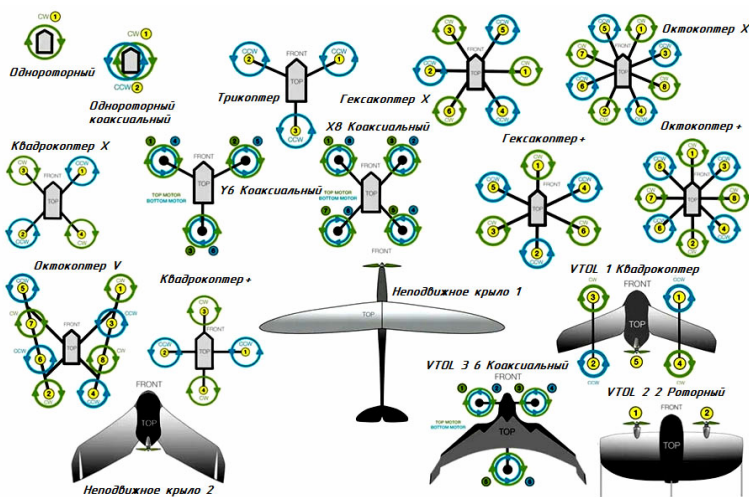


Рисунок 1 – Классификация сельскохозяйственных дронов

Гибридные версии сочетают в себе преимущества моделей с неподвижным крылом, такие как - более высокое время полета, с преимуществами моделей на основе винтов – возможность парения.

По типу управления беспилотники разделяются на GPS и FPV дроны. GPS дроны зачастую используются для реализации стабилизированной аэросъёмки. Благодаря автоматическим функциям эксплуатация GPS дронов максимально проста и не требует от пользователя особых навыков пилотирования. Потенциал GPS дронов всегда ограничен электронной, как в мощности, так и в управлении, что в целом предопределяет их узкое

предназначение. FPV (First Person View) дроны используются для реализации свободного динамичного полёта в режиме от первого лица.

Принципиально известны два варианта конструкции беспилотных летательных аппаратов (БПЛА): с фиксированным и вращающимся крылом (рисунок 2).



Рисунок 2 – Общий вид БПЛА

а) с фиксированным крылом; б) с вращающимся крылом

БПЛА с фиксированным крылом (самолетного типа) состоят из жесткого крыла, которое имеет заданный аэродинамический профиль. Полет обеспечивается с помощью пропеллера, который приводится в движение двигателем внутреннего сгорания или электродвигателем. БПЛА такого типа могут переносить большую полезную нагрузку на большие расстояния при меньшей мощности. Недостатком является необходимость взлетно-посадочной полосы или пусковой установки для взлета и посадки. Такие БПЛА требуют движения воздуха по своим крыльям для создания подъема, они не подходят для проведения стационарных работ. При полете теряется визуальный контакт с БПЛА, что осложняет процесс работы и законодательно запрещен в некоторых странах.

БПЛА с вращающимся крылом состоят из одного и более лопастей (чаще всего четыре), которые вращаются вокруг неподвижной оси, при этом постоянного движения вперед аппарата не требуется для создания воздушного потока над лопастями, вместо этого сами лопасти находятся в постоянном движении, которые создают необходимый воздушный поток для поднимающей силы. Управление вращающимися БПЛА происходит от изменения тяги и крутящего момента двигателя. Например, нисходящее движение создается задними двигателями, создающими большую тягу, чем передние, что позволяет задней части БПЛА подниматься выше, создавая, таким образом, угол наклона. При повороте аппарата используется сила крутящего момента диагональных двигателей, что создает дисбаланс, заставляя БПЛА вращаться по вертикальной оси. Наибольшее преимущество таких БПЛА – возможность взлета и посадки по вертикали.

Таким образом, благодаря простоте конструкции и легкости управления широкое распространение в сельском хозяйстве получили БПЛА с вращающимся крылом. Благодаря этому на сегодняшний момент нако-

пился большой опыт практического применения, однако практически отсутствует теоретическое обоснование конструктивных параметров дрона в зависимости от условий эксплуатации.

Список использованной литературы

1. Ковалевич, И. П. Беспилотники в сельском хозяйстве / И. П. Ковалевич, П. Д. Колонтай ; науч. рук. Д. Н. Бондаренко, Н. Ю. Мельникова // Перспективная техника и технологии в АПК : материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 10–20 апреля 2022 г. – С. 184–187.

2. Перспективы использования беспилотных летательных опрыскивателей в сельском хозяйстве = Prospects for the use of unmanned aerial sprayers in agriculture / В. Н. Еднач [и др.] // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : сборник трудов X Международной научно-практической конференции. - Саратов : ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. - С. 533–537.

Summary. Rotary-wing UAVs have become widely used in agriculture due to their simple design and ease of operation. While this has resulted in extensive practical experience, there is virtually no theoretical justification for drone design parameters depending on operating conditions.

УДК 631.312.021.4

Яновский Д.А., старший преподаватель;

Зенов А.А., старший преподаватель

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДРОНЫ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ: ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются функциональные возможности сельскохозяйственных дронов: от мониторинга, посева и точного внесения удобрений до полива и генерации тумана. Ключевыми преимуществами агродронов являются высокая скорость обработки, способность работать на сложном рельефе и в ночное время при существенной экономии ресурсов, однако их широкое внедрение пока сдерживается ограниченной автономностью, зависимостью от погоды и высокой первоначальной стоимостью.

Abstract. This article examines the capabilities of agricultural drones, from monitoring, seeding, and precision fertilization to irrigation and fog generation. Key advantages of agricultural drones include high processing speed, the ability to operate in difficult terrain and at night, while significantly saving resources. However, their widespread adoption is currently hampered by limited autonomy, dependence on weather, and high initial cost.

Ключевые слова. Сельскохозяйственный дрон, мониторинг, точное земледелие, сельскохозяйственная культура

Keywords. Agricultural drone, monitoring, precision farming, agricultural crops