

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

Сельскохозяйственные дроны – это универсальный вариант для выполнения разнообразных сельскохозяйственных операций [1, 2]:

1. Мониторинг. Использование беспилотников позволяет оценить состояние полей и урожая без привлечения специального транспорта. Дрон облетает большие участки за короткие сроки и передает оператору данные в режиме реального времени. Информация помогает подобрать оптимальные методы ухода за сельскохозяйственными культурами, наблюдать за их ростом и вносить коррективы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Процесс мониторинга при помощи дрона

2. Посев семян. Дроны оборудованы специальной конструкцией для переноски и сброса грузов (рисунок 2). Существуют модели, способные поднимать за раз несколько десятков килограмм. Выполнение аналогичных работ вручную занимает значительно больше времени. Однако данная технология только зарождается и пока используется для посева мелкосеменных культур.



Рисунок 2 – Концепция посева сельскохозяйственных культур с использованием агродронов

3. Опрыскивание растений. Опрыскивание урожая стандартными методами даже с помощью спецтехники занимает довольно много времени (рисунок 3). Агродроны справляются с этой задачей более эффективно как в случае с большими полями, так и при работе на маленьких участках. Беспилотники позволяют с высокой точностью дозировать препараты и наносить их на растения с минимальным риском попадания химических средств на соседние участки.



Рисунок 3 – Процесс опрыскивания сельскохозяйственных культур с использованием агродронов

4. Предварительная аэрофотосъемка и построение 3D-модели обрабатываемого участка. Опция помогает наглядно визуализировать объем работ с указанием областей обработки.

5. Внесение трихограммы. Трихограмма – это мелкое насекомое, которое паразитирует на вредителях, что предотвращает их размножение и защищает растения. Размер насекомых не превышает 1 мм, благодаря чему трихограмму удобно вносить с беспилотника. С помощью дрона насекомые равномерно распределяются по полю, что увеличивает эффективность их использования.

6. Распыление удобрений. Сельскохозяйственные дроны используют для внесения как обычных удобрений, так и микроудобрений. Рабочие органы равномерно распыляют их на поле вне зависимости от размеров площади и вида используемых удобрений.

7. Полив растений на участке. Большая емкость баков позволяет сельскохозяйственным дронам не только вносить химические составы, но и проводить дистанционный полив.

8. Генерация тумана. Комплекс для генерации тумана повышает качество обработки посевов и устанавливается непосредственно на дрон. Однако такое оборудование снижает скорость работы из-за веса конструкции (рисунок 4).



Рисунок 4 – Процесс генерации тумана сельскохозяйственным дроном

Таким образом, к основным преимуществам применения дронов в сельском хозяйстве можно отнести:

- быстрая обработка участков. Модели агродронов отличаются разной длиной логистического цикла и скоростью работы. У одних беспилотников цикл занимает около 10...12 минут. За это время дрон обрабатывает до 2...3 га земли. У других время полета доходит до 20 минут, а площадь обработки составляет 4...6 га;

- работа на сложной местности. Благодаря высокой маневренности и встроенным датчикам контроля рельефа беспилотники оперативно реагируют на препятствия и легко их огибают. Они способны проводить обработку не только на ровной поверхности, но и на трудных участках: на склонах, в низинах и пр. Беспилотники способны работать на влажной почве, когда в поле не может заехать самоходный опрыскиватель или трактор с прицепным агрегатом;

- точность внесения химических составов. Внесение и распыление удобрений, средств защиты растений происходит равномерно, так как агродроны автоматически соблюдают объем заданной дозировки. Система выявляет зоны, которые могли быть пропущены во время первого пролета, и дрон обрабатывает их повторно, чтобы на участке не оставалось пропусков;

- работа в ночное время. Ночью температура и влажность максимально шадящие для большинства сельскохозяйственных культур, поэтому работа в это время становится более эффективной. Для удобства многие модели оснащены LED-фонариками или прожекторами, подсвечивающими участок;

- экономичность. Один сельскохозяйственный беспилотник может значительно сократить расходы на наземную технику, горюче-смазочные материалы и химические составы;

- многофункциональность. У каждой модели дрона предусмотрены свои базовые возможности и дополнительные опции. Так, например, к числу дополнительных функций можно отнести сохранение точки остановки, возможность одновременной работы с несколькими компонентами, отметка путевых точек на карте, командное управление заданиями и прочее.

Однако следует отметить что у сельскохозяйственных дронов есть и некоторые недостатки, накладывающие ограничения при их использовании:

- непродолжительное время полета и необходимость постоянной зарядки батарей;

- ограничения по мощности и объему бака;

- зависимость от погодных условий. Сельскохозяйственные беспилотники могут противостоять ветру, дождю и умеренному снегопаду. Однако при сильных осадках и резких порывах ветра прибор не будет правильно работать;

- частое обновление программное обеспечение (ПО) для получения актуальных версий системы.

Также к недостаткам можно отнести первоначальную затратность приобретения, покупку соответствующего ПО, обучение оператора.

Таким образом сельскохозяйственные дроны являются высокоэффективным многофункциональным инструментом, способным выполнять широкий спектр агроопераций – от мониторинга и посева до точного внесения удобрений и средств защиты растений. Их ключевые преимущества заключаются в скорости обработки, маневренности на сложном рельефе, равномерности дозирования химических составов и возможности работы в ночное время, что в совокупности обеспечивает существенную экономию ресурсов. Вместе с тем, ограниченная автономность, зависимость от погодных условий, малая грузоподъемность и высокие первоначальные затраты на оборудование и обучение персонала сдерживают массовое внедрение агродронов, однако данные ограничения не снижают их стратегической перспективности для цифровизации отрасли.

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. Agricultural drones are a highly effective, multifunctional tool capable of performing a wide range of agricultural operations, from monitoring and seeding to precision application of fertilizers and crop protection products. Their key advantages include speed of operation, maneuverability on difficult terrain, uniform chemical application, and the ability to operate at night, which together provide significant resource savings. However, limited autonomy, dependence on weather conditions, low payload capacity, and high initial costs for equipment and personnel training hinder the widespread adoption of agricultural drones. However, these limitations do not diminish their strategic potential for digitalization in the industry.

УДК 631.33

Яковлев Д.А., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Университет биотехнологий»,

г. Новосибирск, Российская Федерация

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ АДАПТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСЕВА К УСЛОВИЯМ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Аннотация. В данной статье описывается важность адаптации технологий посева к условиям влажности почвы Сибири. На основании аналитики данных