

агрегатов важным является исключение необоснованных простоев агрегатов по организационным причинам, в частности, из-за несвоевременного транспортного обеспечения посевных и уборочных работ.

Приведенные в статье методы позволяют свести простои агрегатов, из-за несвоевременного транспортного обеспечения посевных и уборочных работ, к минимуму.

### **Список использованной литература**

1. Мучинский, А.В. Организация производства: пособие. В 2-х ч. Ч. 1. Растениеводство / А.В. Мучинский, Н.Г. Королевич. – Минск : БГАТУ, 2012. – 348 с.

**УДК 631.15:33**

## **ОСНОВНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНИКОВ В АПК ЕАЭС**

**Оганезов И.А., к.т.н., доцент**

**Королевич Н.Г., к.э.н., доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск*

**Буга А.В., к.э.н., доцент**

*Северо-Западный институт управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации,  
г. Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** анализ, беспилотники, квадрокоптер, точность, земледелие, эффективность.

**Key words:** analysis, drones, quadcopter, precision, agriculture, efficiency.

**Аннотация:** Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве может стать одним из главных инструментов точного земледелия в странах ЕАЭС. Стремление к внедрению технологий точного земледелия в современных сельскохозяйственных организациях может привести к повышению эффективности основных технологических процессов в отечественном растениеводстве.

**Summary:** The use of unmanned aerial vehicles in agriculture can become one of the main tools of precision farming in the EAEU countries. The desire to introduce precision farming technologies in modern agricultural organizations can lead to an increase in the efficiency of the main technological processes in domestic crop production.

Под термином «беспилотные летательные аппараты» обычно подразумевают летающие квадро- мульти- коптеры, дроны и другие виды беспилотников, которые способны вести разные виды съемки с воздуха, а также оснащены навигационными системами и прочими полезными нагрузками. Это первая ступень, позволяющая организовать эффективный сбор информации для последующей аналитики. Такие технологии позволяют получать изображения высокого разрешения даже тогда, когда обычные снимки со спутников не справляются (например в условиях густой облачности).

Используя спектральные сенсоры на беспилотных летательных аппаратах, аграрии могут получать информацию не только в визуальном спектре, но и в различных спектральных диапазонах для просчета вегетационных индексов или составления карт распределения почв. Все данные предоставляются с точными координатами с возможностью детального изучения и лабораторного анализа.

Например, современные беспилотные аппараты оборудованы мультиспектральными и инфракрасными камерами. В зависимости от назначения, БПЛА способен поднимать в воздух разные грузы. Так, специальные сельскохозяйственные беспилотники имеют баки для распыления пестицидов, удобрений или посадки семян. Также новые дроны обладают инновационным плунжерным насосом и форсунками, которые обеспечивают улучшенную ширину, скорость, равномерность распределения и эффективность распыления препаратов.

За последние несколько лет интерес отечественного агробизнеса к беспилотным летательным аппаратам (БПЛА) значительно вырос. Так, по прогнозам Global Market Insights, к 2024 году объем мирового рынка сельскохозяйственных беспилотных летательных аппаратов превысит 1 млрд. долл. США. В настоящее время рынок беспилотников в странах ЕАЭС стабильно развивается. К концу 2022 г. ожидается стабильный среднегодовой рост рынка БПЛА в странах СНГ на уровне до 25 %.

Согласно оценкам аналитиков Euroconsult, объем рынка выпуска, услуг и реализации удаленно пилотируемых воздушных аппаратов (БПЛА или RPAS) к 2025 году вырастет до 26 млрд. долл. США. К этому времени в мире будут использоваться порядка 600 тыс. RPAS-дронов. 39 % таких устройств будет задействовано в сфере сельского хозяйства.

Беспилотные летательные средства, применяемые в сфере сельского хозяйства можно условно разделить на две группы: квадрокоптеры и небольшие летательные аппараты самолетного типа (летающее крыло). Они отличаются габаритами, функциональностью, дальностью полетов, уровнем автономности и другими характеристиками.

Летающее крыло – это самый подходящий вариант для мониторинга больших полей. У этого беспилотника высокие аэродинамические показатели, которые позволяют существенно снизить энергозатраты и увеличить

время полёта. Однако из-за особенностей конструкции беспилотник не может зависать над определённым участком и должен всё время двигаться. Они могут быть оснащены электрическим или бензиновым двигателем. Электрические беспилотники очень дешевы в эксплуатации, но требуют постоянных зарядок батарей, что сильно замедляет их использование. Обычно берут несколько дополнительных батарей, которые заряжаются, пока дрон летает.

Бензиновый дрон летает дольше и его можно быстро заправить, но в случае падения можно залить участок земли бензином или получить возгорание в поле. Такие аппараты имеют больший вес по сравнению с электрическими и более устойчивы при порывах ветра. Главное преимущество БПЛА самолетного типа – в дальности полета. Такие аппараты могут обеспечить продолжительность полета до трех часов, в то время как максимальная длительность полета квадрокоптеров, применяемых в отечественных сельскохозяйственных организациях, не превышает 20–30 мин.

Многоцелевые беспилотники, предназначены для мониторинга, аэрофотосъемки и картографии в сфере сельского хозяйства и позволяют проводить аэрофотосъемку с высоты от 100 до 3000 м.

В соответствии с согласованным техническим заданием БПЛА в течение сезона могут выполнять для конкретного хозяйства: анализ индекса вегетации NDVI, мониторинг засоренности, просевов, неоднородности, развития болезней, картирование и т.п.

Работа систем, в большинстве случаев использующих БПЛА, подразумевает:

- а) контроль ситуации на полях;
- б) обработку информации.

Рост рынка БПЛА можно объяснить не только повышением осведомленности аграриев о преимуществах дронов перед традиционной сельскохозяйственной техникой, но и расширением возможностей самих коптеров. Благодаря техническому развитию БПЛА, сегодня их перспективное применение в сельском хозяйстве затрагивает почти все направления сельскохозяйственных работ: от картографии и геодезии участков до опрыскивания и мониторинга роста производимых ими агрокультур. Таким образом основные области применения БПЛА в сельском хозяйстве:

- Анализ почвы и поля;
- Посадка культур;
- Опрыскивание полей;
- Орошение;
- Мониторинг полей.

*Анализ почвы и поля.* Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) предоставляют данные о качестве почвы и её состоянии. Они составляют карту почв в 3D формате. Это позволяет провести диагностику проблем, связанных с уровнем питательных веществ и составом почвы, выявив мёрт-

вые зоны. Используя карты, можно определить самые эффективные схемы ухода за почвой, посадкой и выращивания культур. Постоянный мониторинг полей обеспечивает рациональное использование воды и контроль питательных веществ в грунте.

*Посадка культур.* В последнее время производители дронов стали осваивать не только наблюдение и обработку поля, но и посадку семян. Такой метод появился совсем недавно и находится пока еще в стадии доработки. Используя специально запрограммированные БПЛА, хозяйство может экспериментировать с высаживанием семян, изучая затраты и эффективность данного метода. Для посадки семян используется небольшой аппарат, способный поднимать 25 кг семян, гербицидов или удобрений. Он позволяет снизить количество времени при личном присутствии при посадке растений. Такая технология адаптируется ко многим типам фермерских хозяйств, снижая затраты в зарплатном фонде и на топливо.

*Опрыскивание полей.* Чтобы обеспечить хороший урожай, необходимо постоянно вносить удобрения, и делать опрыскивания. Сейчас обработка производится с помощью транспорта, которые дороги в обслуживании и потребляют много топлива. Использование дронов для опрыскивания только появившихся очагов заражения может быть безопаснее и рентабельнее. Дроны способны работать автономно и программируются на полёты по графику и заданному маршруту. В отличие от самолетов, дроны могут летать достаточно низко над землей, обеспечивая высокую точность обработки растений пестицидами, позволяя минимизировать вред для окружающей среды и снизить затраты химикатов. Это помогает уменьшить контакт рабочих с вредными веществами и обеспечить безопасность работ.

*Орошение.* Орошение – очень сложный процесс. Оросительные установки могут тянуться на много километров. С помощью дронов, оснащённых тепловизионными камерами, можно определить проблемы с поливом, где будет излишек, а где недостаток влаги. Собрав информацию о системе орошения можно использовать самые эффективные схемы посадок культур, улучшить систему отвода воды, избежать застоя и скопления воды и исправить поломки в системе орошения.

*Мониторинг полей* Дроны способны за несколько часов облететь большие территории, что может позволить в хозяйствах в режиме реального времени отслеживать текущее состояние растений, более точно определять уровень влаги в почве. Беспилотники с мультиспектральной камерой могут помочь обнаружить в поле области, которые получают недостаточное или избыточное количество удобрений, средств защиты растений или воды. Используя сенсоры, создающие фотографии в ближнем инфракрасном спектре (NIR), можно оценить здоровье культур на основании светопоглощения, что позволит комплексно оценить благополучие фермы. Используя БПЛА, отечественные сельскохозяйственные органи-

зации могут определять площади земельных участков, делать цифровые 3D-модели рельефов, оценивать продуктивность сельхозкультур, состояние посевов в разных фазах роста и рассчитывать вегетационные индексы. В частности, беспилотники помогают узнать высоту растений, получить графики их продуктивности. А еще они дают возможности определить, какому конкретному участку не хватает питательных веществ для роста. С помощью БПЛА в хозяйствах могут рассчитать количество семян и удобрений для каждого участка поля с точностью до метра, и на основании этого более рационально использовать имеющиеся материально-технические и финансовые ресурсы. Принцип работы мультиспектральной камеры БПЛА заключается в фиксации отраженных с поверхности растений различных спектров солнечного света. Полученные таким методом результаты помогают собирать текущую (оперативную) информацию о состоянии произрастающей агрокультуры. Например, заболевшие растения лучше отражают красный спектр света и хуже – ближний инфракрасный спектр. Благодаря этому агрономы хозяйств могут более оперативно анализировать состояние растущих растений, своевременно обнаруживать наличие вредителей и сорной растительности, и вовремя принимать меры по защите будущего урожая.

В перспективе, накопление информации с использованием БПЛА может быть интересно коммерческим банкам в планах их кредитования хозяйств под залог будущих урожаев. Функция контроля дронов может им позволить проводить эти оценки.

В интересах точного земледелия постоянно создаются и совершенствуются как аппараты, так и программное обеспечение, позволяющее в сжатые сроки собирать и обрабатывать полученные данные. Для более активного развития дронов на рынках стран ЕАЭС должны быть снижены регуляторные барьеры и появиться специальные программы для подготовки профессиональных операторов небольших хозяйств.

Таким образом, широкое применение БПЛА в сельском хозяйстве дает ряд значительных преимуществ:

- Проведение качественного анализа индекса вегетации NDVI;
- Рационализация бюджетов хозяйств за счет более точного обмера земель путем картирования сельхозугодий;
- Снижение несанкционированных простоев техники, более точный контроль проведения полевых работ;
- Повышение урожайности за счет мониторинга засоренности полей и оперативного реагирования, увеличение прибыли за счет рационального использования земельных угодий и повышение качества посевов;
- Увеличение прибыли за счет рационального использования земельных угодий, повышения урожайности и повышение качества посевов.