

УДК 629.735

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

**Станислав Олегович Чиркин**

магистрант

stas.chirkin@bk.ru

**Андрей Юрьевич Астапов**

кандидат технических наук, доцент

Astapow\_a@mail.ru

**Дарья Дмитриевна Клишина**

студент

klishinadariaa02@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности использования БПЛА в сельском хозяйстве. Выделены основные области применения, такие как: мониторинг вредителей и болезней, статистический анализ количества растений и нормы всходов, анализ свойств почвы, оценка ущерба посевам после стихийных бедствий, обзор террасных полей для своевременного исправления.

**Ключевые слова:** БПЛА, дистанционное зондирование, мониторинг, дрон, сельское хозяйство.

Одно из самых перспективных направлений в России - развитие БПЛА в сельском хозяйстве. Данная область получила широкое признание, но в то же время нельзя игнорировать еще одно потенциальное применение сельскохозяйственных дронов - сельскохозяйственное дистанционное зондирование. Дистанционное зондирование считается еще одним потенциальным рынком для сельскохозяйственных дронов, а с ускорением темпов точного земледелия дистанционное зондирование представляет собой широкое будущее для сельскохозяйственных дронов.

Итак, что именно дистанционное зондирование с помощью БПЛА может сделать для сельского хозяйства?

### **1. Мониторинг вредителей и болезней**

Вредители и болезни являются прямыми факторами, влияющими на урожайность сельскохозяйственных культур, и являются одной из крупнейших сельскохозяйственных катастроф в странах всего мира. Массовые поражения вредителями и болезнями нанесут огромный ущерб сельскохозяйственному производству. По статистике продовольственной и сельскохозяйственной организации, потери мирового производства зерна из-за вредителей и болезней составляют более 20% от общего объема производства зерна.

Использование технологии дистанционного зондирования для отслеживания развития вредителей и болезней способствует точному управлению, своевременному обнаружению и своевременному лечению, а также ранней профилактике и контролю.

В США, Австралии и других странах нередко используют дроны для дистанционного мониторинга. Например, некоторые производители в Соединенных Штатах использовали БПЛА для мониторинга ситуации с ржавчиной на пшеничных полях, с помощью которых можно четко увидеть, где находятся наиболее пострадавшие районы. Некоторые люди также используют дроны для проверки повилики на поле люцерны (порочный сорняк-паразит, в основном паразитирующий на люцерне и других бобовых культурах), чтобы

обеспечить раннее предотвращение бедствий до крупномасштабных вспышек [1].

## **2. Статистический анализ количества растений и нормы всходов**

Другое использование дистанционного зондирования БПЛА - подсчет количества растений. По сравнению с ручным подсчетом, который отнимает много времени и может проводиться только путем выборки, подсчет дронов является более полным и точным.

Согласно сообщениям, в июне 2016 года Drone Deploy, поставщик программного обеспечения для дронов на основе облачных вычислений и картографических решений, и AgriSens, сельскохозяйственная технологическая компания, объединились для предоставления инструментов анализа роста сельскохозяйственных культур.

В течение вегетационного периода 2016 года частная ферма в северной Калифорнии наняла стороннюю компанию для пересадки десятков тысяч томатов на 74 акрах пахотных земель фермы. В случае если компания не взимала плату строго в соответствии с количеством пересадок, работники частных ферм использовали прикладное программное обеспечение AgriSens для дронов, чтобы быстро определить количество подсчетов [2].

Кроме того, пользователи также могут использовать аппаратные и программные технологии дистанционного зондирования БПЛА для анализа скорости всходов вновь выращенных растений для определения плана повторной посадки.

## **3. Анализ свойств почвы**

Сегодня крупнейшие страны мира, занимающиеся модернизацией сельского хозяйства, выступают за точное земледелие, которое требует корректировки ввода элементов сельскохозяйственных культур в процессе выращивания сельскохозяйственных культур в соответствии со свойствами почвы, достижения наибольшей производительности при наименьших затратах и эффективного использования различных сельскохозяйственных ресурсов для повышения урожайности.

В качестве технологии воздушного мониторинга дистанционное зондирование в сельском хозяйстве является благоприятным средством повышения точности ведения сельского хозяйства. Сельскохозяйственный дистанционный мониторинг в основном нацелен на сельскохозяйственные культуры и почву. В видимом и ближнем инфракрасном спектральном диапазоне на отражательную способность сельскохозяйственных культур в основном влияют пигменты растений, клеточная структура и содержание влаги, особенно в видимом красном диапазоне, который имеет сильную полосу поглощения, и в ближнем инфракрасном диапазоне используется для наблюдения за ростом урожая, качеством урожая, болезнями растений и насекомыми-вредителями и т. д.

Общая отражательная способность видимого и ближнего инфракрасного спектра почвы относительно низка, и на видимый спектральный диапазон в основном влияют красящие компоненты, такие как органическое вещество почвы и оксид железа. Поэтому характеристики собственного спектра отражения почвы, посевов и других наземных объектов лежат в основе дистанционного зондирования земли в сельском хозяйстве.

В точном земледелии существует важное понятие, называемое нормализованным разностным вегетационным индексом. Согласно профессиональным объяснениям, нормализованный разностный вегетационный индекс является одним из важных параметров, отражающих информацию о росте и питании сельскохозяйственных культур. Нормализованный разностный индекс вегетации может служить основой для улучшения здоровья сельскохозяйственных культур, например, сообщая вам, нуждается ли поле в дополнительных удобрениях [3].

Heartland Soil Services, компания, предоставляющая услуги точного земледелия в Соединенных Штатах, которая специализируется на анализе образцов почвы, пытается объединить карту нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) картирования дистанционного зондирования БПЛА с анализом проб почвы для создания карты питательных веществ в

почве. Этот метод комбинирования этих двух методов является более подробным и точным, чем исходный метод анализа проб почвы (отбор проб каждые два акра).

#### **4. Оценка ущерба посевам после стихийных бедствий**

Весь процесс роста и развития сельскохозяйственных культур тесно связан с метеорологией. Изменение климата и катастрофические погодные явления напрямую влияют на производство продуктов питания и доходы фермеров, влияют на стабильное и быстрое развитие сельского хозяйства. После неизбежных стихийных бедствий технология дистанционного зондирования может использоваться для оценки ущерба после ураганов и заморозков.

После повреждения урожая заморозками активность хлорофилла в организме ослабнет, снизится чувствительность к ближнему инфракрасному свету и красному свету, что приведет к изменению вегетационного индекса.

Исследования показали, что при штормовых бедствиях после затопления усиливается отражение растительности в полосе видимого света, а в ближней инфракрасной полосе ослабевает. А комбинация NIR и тепловизионных полос может идентифицировать заболоченные и здоровые зерновые культуры.

В Иллинойсе 105 акров зерна были повреждены в разной степени в результате сочетания сильного ветра и проливных дождей в центральной части штата. Служба БПЛА Overhead Ag использует технологию беспилотников для создания отчета об оценке после стихийного бедствия, подробно отмечая слегка поврежденные области, умеренно поврежденные области и сильно поврежденные области, а также рассчитывая их соответствующие площади и пропорции, чтобы фермеры могли получить интуитивное представление о потере после стихийных бедствий.

#### **5. Обзор террасных полей для своевременного исправления**

Террасные поля представляют собой ступенчатые сельскохозяйственные угодья, построенные секциями по контурным линиям на наклонных землях, являются важной мерой сохранения воды и почвы и выполняют функции

сохранения воды, почвы и удобрений. В качестве одной из мер контроля за наклонными сельскохозяйственными угодьями строительство террас может изменить небольшую топографию поверхности склона, замедляя уклон местности и сокращая длину склона, тем самым эффективно контролируя потери почвы и воды на наклонных сельскохозяйственных угодьях. Поэтому своевременное получение динамических показателей террасных полей может дать научную основу для оценки эффективности застройки террасных полей, предотвращения эрозии почв, рационального использования водных и почвенных ресурсов.

Использование изображений с высоким разрешением, созданных с помощью технологии дистанционного зондирования, для определения мер по сохранению почв и водных ресурсов способствует получению более подробных мер по сохранению почв и водных ресурсов.

На самом деле спутниковые методы дистанционного зондирования разрабатывались давно, но спутники легко подвержены влиянию погодных условий и имеют длительный период обращения. Считается, что при дальнейшем совершенствовании платформы БПЛА, технологии датчиков и программного обеспечения БПЛА в будущем будут использоваться в качестве дополнительного средства спутниковых и других платформ дистанционного зондирования, что может помочь в создании более полной сети мониторинга в сельском хозяйстве.

#### **Список литературы:**

1. Пришутов К.А., Щукин Р.А., Астапов А.Ю., Использование тепловизионных снимков с БПЛА для изыскательных работ, Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 2. С. 20.
2. Чиркин С.О., Копцев П.Ю., Кузнецова А.П., Хатунцев И.В., Бобрович Л.В., Картечина Н.В. Системы навигации в рамках точного земледелия, Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4. С. 219.

3. Астапов А.Ю., Пришутов К.А., Аникьева Э.Н., Внедрение цифровых технологий в садоводство, Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича. отв. ред. Григорьева Л.В. 2019. С. 65-69.

**UDC 629.735**

## **UAV USE FOR AGRICULTURAL EARTH REMOTE SENSING**

**Stanislav O. Chirkin**

master student

stas.chirkin@bk.ru

**Andrey Yu. Astapov**

candidate of technical sciences, assistant professor

Astapow\_a@mail.ru

**Daria D. Klishina**

student

klishinadariaa02@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The article discusses the possibility of using UAVs in agriculture. The main areas of application are identified, such as: pest and disease monitoring, statistical analysis of plant numbers and seedling rates, analysis of soil properties, assessment of damage to crops after natural disasters, review of terraced fields for timely correction.

**Key words:** UAV, remote sensing, monitoring, drone, agriculture.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.