

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ



Сергей Сорока,
директор
Института защиты
растений, доктор
сельскохозяйственных
наук



Александр Жуковский,
замдиректора по
научной работе
Института защиты
растений, кандидат
сельскохозяйственных
наук, доцент

Во всем мире наблюдается стремительное внедрение в АПК технологий точного земледелия (ТЗ). Система управления процессом выращивания сельскохозяйственных культур основана на комплексном использовании современных информационных, навигационных и телекоммуникационных технологий, программно-технических средств и систем, обеспечивающих оптимизацию агротехнических решений применительно к конкретным почвенно-климатическим и хозяйственным условиям и сверхточное выполнение технологических операций в строгом соответствии с неоднородностью полей и потребностями посевов [1]. Технологии точного земледелия позволяют анализировать отдельное поле по условиям рельефа местности, свойствам почвенного покрова, агрохимическому наполнению и, соответственно, вариабельно вносить на каждом участке дифферен-

цированные дозы минеральных удобрений и средств защиты растений (СЗР), проводить мониторинг урожайности по определенным частям поля, высокоэффективно осуществлять все полевые действия в процессе работы [2].

Появляются интеллектуальные системы, позволяющие эффективно использовать потенциал данного инновационного направления аграрной науки. Между тем производители часто не осознают масштаб экономического эффекта, который дают методы ТЗ [3]. Во всем мире внедряются различные цифровые платформы по сбору и анализу данных для принятия правильных решений, связанных с оптимизацией технологических операций в сельскохозяйственном производстве. Например, платформа Climate Field View покрывает 24 млн га в США, Канаде, Бразилии и странах Европы [4]. Сообщается, что если в 2010 г. существовало не более 20 компаний, поставляющих новые технологические решения для

автоматизации управления сельским хозяйством, то в настоящий момент их порядка 2 тыс. В целом рынок точного земледелия в 2016 г. оценивался в 3 млрд евро с прогнозом на прошедший 2020 г. – 4,5 млрд евро.

Программные решения и рекомендации для точного земледелия в настоящее время предлагают все крупные производители семян, удобрений и средств защиты растений [5]. В Беларуси свои услуги в этой сфере предоставляет ряд компаний на основе созданных ими платформ: «OneSoil» (<https://blog.onesoil.ai/ru/what-is-precision-farming>), «SkyScout» (<https://intterra.ru>), «Cropio» (<https://about.cropio.com/ru/#agro>). Они различаются по своим возможностям, но в целом направлены на управление агропромышленным производством и поддержку принятия решений.

Институт защиты растений сотрудничает с разработчиками цифровой платформы «SkyScout», созданной на основе интеллектуальной системы, призванной оказывать помощь

специалистам сельскохозяйственной отрасли. Она обладает рядом инструментов, помогающих в реальном времени с использованием спутникового мониторинга быстро оценивать состояние всего массива полей в хозяйстве или отдельных их участков. Программа показывает на карте проблемные места с погрешностью определения нужной точки ± 5 м. Такая точность хороша для крупноконтурных полей или если хозяйство возделывает высокостебельные культуры, что позволяет оперативно принимать решения в случае появления проблемных зон. Большая часть аналитики построена на анализе снимков и индексе вегетативной массы NDVI, нормализованного относительного индекса растительности, который показывает количество фотосинтетически активной биомассы [6]. NDVI вычисляется по поглощению и отражению растениями лучей красной и ближней инфракрасной зоны спектра. Значения индекса варьируются в диапазоне 0,2–0,95. По карте распределения NDVI можно оценить,

где на поле они низкие, а где выше среднего. Высокие показатели говорят о хорошем развитии зеленой массы и являются предпосылкой для получения высокой урожайности с этого участка. Есть возможность выявления куртин сорняков (неоднородный контрастный NDVI). Конечно, это правило действует не всегда. Сведения нужно интерпретировать с учетом вида культуры и фазы вегетации, в процессе которой показатель NDVI растет, достигает своего пика, а затем начинает уменьшаться. Например, свой максимум – NDVI 0,85 – пшеница набирает ко времени колошения. Последующее снижение свидетельствует о созревании культуры и готовности к уборке, о чем говорят данные в зоне NDVI 0,2–0,3. По этому параметру можно определить очередность уборки полей (чем ниже индекс, тем суше зерно). Также в платформу встроены базы данных и справочники вредных объектов. По основным сельскохозяйственным культурам внесены вредители и заболевания (инфекционного и неинфекционного характера) с фотографиями, описанием и пороговыми вредоносности. Все отчеты по результатам мониторинга и данные по техоперациям сводятся в одну программу с привязкой к датам, координатам осмотра и указанием ответственных сотрудников. В ней одновременно может работать любое число зарегистрированных пользователей: директор, агроном и т.д. Кроме того, для каждого поля «SkyScout» составляет детальный почасовой прогноз погоды. Высокая детализация позволяет получать уникальные сведения на каждый кластер в 5 км



и рассчитать самые благоприятные часы для опрыскивания.

Использование этой технологии в Институте защиты растений запланировано в разрезе изучения возможности применения получаемых индексов NDVI для анализа и интерпретации складывающейся фитосанитарной ситуации и общего состояния посевов. В перспективе такой подход, возможно, позволит удаленно оценивать ситуацию и оперативно принимать решения о целесообразности проведения защитных мероприятий.

В последнее время набирают популярность беспилотные летательные аппараты (БПЛА) – дроны. По данным организации AUVSI, их применение в сельском хозяйстве будет преобладать над всеми остальными сферами возможного использования, и к 2025 г. около 80% рынка дронов будет занято в сельском хозяйстве США. Внедрение БПЛА в сельскохозяйственную практику имеет огромный потенциал, и с каждым годом интерес к этому растет. Беспилотники оснащаются мультиспектральными камерами, разнообразными датчиками, системами спутниковой навигации, малогабаритными бортовыми компьютерами и оборудованием для внесения химикатов. Беспилотные летательные аппараты в сельском хозяйстве смогут решать следующие задачи:

- *создание электронных карт полей (построение 3D-моделей);*
- *инвентаризация сельхозугодий;*
- *оценка объема работ и контроль их выполнения для оптимального построения систем ирригации и мелиорации;*



- *оперативный мониторинг состояния посевов (БПЛА позволяет быстро и эффективно строить карты по всходам);*
- *отслеживание NDVI;*
- *оценка всхожести и прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур;*
- *экологический мониторинг земель;*
- *охрана сельхозугодий;*
- *опрыскивание посевов химическими препаратами для борьбы с вредителями и болезнями [7–10].*

В нашей стране исследуются возможности использования беспилотных авиационных комплексов (БАК) в сельском хозяйстве. Так, применение технологии дистанционного мониторинга на одном из сельхозпредприятий Минской области позволило увеличить урожайность кукурузы на 7–25%, уменьшить количество ГСМ на 20–30%, удобрений – на 40% [11].

В сфере защиты растений от вредных организмов большое внимание к БПЛА уделяется с точки зрения мониторинга фитосанитарной ситуации. Как известно, одним из аспектов для принятия решений о целесо-

образности проведения защитных мероприятий является знание о фитосанитарной ситуации в конкретном агроценозе. О возможности использования БПЛА для оценки засоренности полей с учетом видового состава сообщают российские ученые [12, 13]. Зарубежные исследователи указывают на то, что снимки с дрона помогают оценить общее состояние посевов и обнаружить очаги распространения вредителей и болезней растений [8–10].

В Германии дроны успешно применяют для биологической защиты посевов кукурузы от кукурузной огневки. Яйца ее естественного врага – трихограммы – разбрасываются над полем с помощью радиоуправляемого дрона. Он оснащен емкостью, в которую загружают 500 капсул с яйцами амбарной огневки, зараженными трихограммой. Одной загрузки достаточно для распределения яйцепаразита на 5 га. Эффективность при 2-кратном внесении (в начале лета и через 10 дней) достигает 35–81%, стоимость обработки – 65 евро/га [14].

Растет интерес использования БПЛА для внесения средств защиты растений. За счет

автономной точности их применяют именно там, где это необходимо (локально), вместо того, чтобы наносить на большую площадь [8]. Активно работают с БПЛА для внесения СЗР в Украине. Среди указываемых преимуществ: возможность работы на любой сельскохозяйственной культуре вне зависимости от стадии ее развития, способность аппарата работать в любое время суток. Если наземная техника не может функционировать в условиях переувлажнения, уплотнения грунта, то ее воздушные конкуренты этих недочетов лишены. На производительность одной машины влияют скорость полета и конфигурация поля (рельефа и контурность). Например, дрон XAG XP за одну смену может обработать 100–150 га [15]. Также существуют БПЛА самолетного и вертолетного типов для внесения СЗР [16, 17].

В Институте защиты растений в 2020 г. были проведены первые опыты по применению глифосатсодержащих препаратов с помощью БПЛА. Расход рабочей жидкости составлял 10 л/га. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности развития данного метода. На наш взгляд, использование БПЛА может быть перспективным для обработки посевов высокостебельных культур (рапс, кукуруза) в условиях переувлажнения почв, в ночное время, для борьбы с такими злостными сорными растениями, как борщевик Сосновского, золотарник канадский, которые зачастую произрастают куртинами на землях несельскохозяйственного пользования вблизи населенных пунктов, на участках с пересечен-

ным рельефом, где сложно применять наземную технику.

Но при всех преимуществах БПЛА остается нерешенным ряд вопросов. Во-первых, непонятно, к какой категории отнести дроны-опрыскиватели с точки зрения законодательства. Во-вторых, для УМО (ультрамалообъемного опрыскивания) в Беларуси зарегистрировано небольшое количество препаратов (к примеру, гербициды Секатор Турбо, МД, 250 г/л, Гусар Турбо, МД Линтур, ВДГ и др.), а также некоторые глифосатсодержащие препараты, в основном, для рыбохозяйственных водоемов, сенокосов, пастбищ, полей под посев (Ура-

ган Форте, ВР; Спрут Экстра, ВР; Вольник Супер, ВР; Торнадо 540, ВР и др.). В государственном реестре СЗР и удобрений, разрешенных к использованию на территории Беларуси в графе «способ применения» обязательно должно быть прописано, что данным препаратом разрешается авиационное опрыскивание методом УМО. Поэтому предстоит изучить его возможности для обширного ассортимента средств защиты растений, оценить их эффективность при их внесении низкими нормами рабочего раствора (высокие концентрации препаратов), а также их влияние на сельхозкультуры и окружающую среду. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бунин М.С. Структура информационного массива базы данных «АГРОС» по проблемам точного земледелия / М.С. Бунин, Л.К. Садовская // Земледелие. 2019. №5. С. 12–16.
2. Балабанов В.И. Навигационные технологии в сельском хозяйстве / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров // Координаторное земледелие. – М., 2013.
3. Якушев В.П. Научные основы построения интеллектуальных систем для точного земледелия / В.П. Якушев, В.В. Якушев, С.Ю. Блохина // Вестник защиты растений. 2020. №103 (1). С. 25–36.
4. Доступность цифровой фортеци // Зерно. 2019. №9. С. 144–145.
5. Скотников А.В., Ключков А.В. Технологии точного земледелия в США / А.В. Скотников, А.В. Ключков // Наше сельское хозяйство. 2021. №1. С. 84–90.
6. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика. 2011. №2. С. 98–102.
7. Беленков А.И., Личман Г.И., Филипов Р.А., Хорт Д.О. Опыт и перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в точном земледелии / А.И. Беленков, Г.И. Личман, Р.А. Филипов, Д.О. Хорт // Нивы России. 2016. №5. С. 62–65.
8. Reinecke, M. The influence of drone monitoring on crop health and harvest size / M. Reinecke, T. Prinsloo, // 2017 1st International Conference on Next Generation Computing Applications. doi:10.1109/nextcomp.2017.8016168.
9. Daponte P. A review on the use of drones for precision agriculture / P. Daponte, L. De Vito, L. Glielmo, L. Iannelli, D. Liuzza, F. Picariello, G. Silano // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 275, 012022. 2019. doi:10.1088/1755-1315/275/1/012022.
10. Klemas V.V. Coastal and environmental remote sensing from unmanned aerial vehicles: An overview // Journal of Coastal Research. 2015. №31. С. 1260–1267.
11. Чижик С. Интегрированная система точного земледелия с использованием беспилотных летательных аппаратов // С. Чижик, С. Антошук, Е. Галушко, С. Костевич, С. Костюкевич, Ю. Леоновец. Наука и инновации. 2020. №10. С. 63–67.
12. Шумилов Ю. Использование беспилотных летательных аппаратов для целей фитосанитарного мониторинга в отношении сорных растений / Ю. Шумилов, Н. Лунева, С. Ермоленко, А. Савва, Т. Закота, Е. Мыслик, Р. Данилов // Вестник защиты растений. 2018. №4 (98). С. 22–27.
13. Нам сверху видно все / газета Союзное вече. 27 ноября 2020.
14. Гергерле Т. Борьба с кукурузной огневкой или расстрел? // Новое сельское хозяйство. 2019. №3. С. 42–44.
15. Федоренко О. Крилата сторожа нічного поля // Зерно. 2020. №8. С. 151–153.
16. Карпенко О. Крила для поля // Зерно. 2020. №11. С. 128–129.
17. Асовский В.П. Особенности опрыскивания с использованием беспилотных воздушных судов вертолетного типа / В.П. Асовский, А.С. Кузьменко // Защита и карантин растений. 2019. №5. С. 40–44.