

УДК 631.3

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БОРТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

## INCREASE IN THE EFFICIENCY OF AGRICULTURAL PRODUCTION WITH THE USING OF ONBOARD COMPUTERS OF MACHINE-TRACTOR UNITS

**В. Д. Новиков,**

вед. научный сотрудник НПООО «ОКБ ТСП», канд. техн. наук, доцент

**К. А. Войцеховский,**

инженер-конструктор НПООО «ОКБ ТСП»

**V. Novikov,**

chief scientific officer of SP LLC "OKB TSP", Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**K. Voicehovsky,**

design engineer of SP LLC "OKB TSP"

Дата поступления в редакцию — 06.09.2017 г.

В данной статье показаны основные факторы, способствующие повышению эффективности сельского хозяйства, за счет использования интеллектуальных бортовых компьютеров машинно-тракторных агрегатов.

This article shows the main factors that contribute to improving the efficiency of agriculture, by using intelligent onboard computers of machine-tractor units.

Ключевые слова: бортовой компьютер, перспективы использования бортовых компьютеров, интеллектуальные системы, МТА, сельское хозяйство, умное земледелие, точное земледелие, эффективность сельского хозяйства.

Keywords: the on-board computer, the prospects of using on-board computers, intelligent systems, AIT, agriculture, smart agriculture, precision farming, agricultural efficiency.

В настоящее время во всех сферах деятельности человека происходят значительные перемены: в производство и повседневную жизнь широко внедряются интеллектуальные системы и машины, способные самостоятельно выполнять на высоком уровне качества операции и действия, которые недавно были немыслимы без человека.

Производство продукции сельского хозяйства не является исключением. Сельское хозяй-

ство вступает в эру умного земледелия (в англоязычных источниках используется определение «e-agriculture» [1]). Данное понятие существенно шире точного земледелия и включает использование интеллектуальных систем не только для продуктивного возделывания земель, но и применение методов интеллектуального сбора и анализа информации, автоматизации операций, применение технологий, не требующих вмешательства человека.

Таблица 1

Некоторые факторы повышения эффективности производства продукции растениеводства при использовании бортовых компьютеров

№ п/п	Наименования фактора	Эффект, %
1.	Сокращение расходов на ГСМ	25
2.	Экономия семян	5
3.	Экономия удобрений	5
4.	Экономия средств защиты растений	5
5.	Сокращение трудозатрат	5
6.	Увеличение урожайности	10

Таблица 2

Некоторые факторы повышения эффективности производства продукции растениеводства при использовании серверных интеллектуальных систем

№ п/п	Наименования фактора	Эффект, %
1.	Экономия удобрений	25
2.	Экономия семян	20
3.	Экономия ГСМ	5

Сумму технологий умного земледелия можно разделить на две тесно взаимосвязанные группы.

1. Бортовые информационно-управляющие системы (бортовые компьютеры — БК) машинно-тракторных агрегатов (МТА). К данной группе относятся встраиваемые системы МТА, обеспечивающие возможности точного земледелия, дифференциального внесения удобрений, семян, средств защиты растений и т. д.

2. Серверные системы анализа данных. К данной группе относятся системы прогнозирования урожайности, создания карт дифференциального внесения материалов в почву, работающие на основе анализа изображений космо- и аэрофотосъемки и данных, получаемых непосредственно с полей с помощью замеров и датчиков, в том числе и от бортовых компьютеров.

В странах Центральной Европы и Северной Америки нашли широкое применение обе группы технологий. Основной объем рынка умного земледелия при этом сосредоточен в США — до 53 % от общей доли оборота [2]. Следующими регионами по объемам продаж являются Западная и Центральная Европа, где, по различным

оценкам, от 60 до 80 % предприятий сельского хозяйства используют устройства умного земледелия.

По данным 2016 г., экономический эффект, получаемый за счет использования только бортовых компьютеров, может превышать 60 у. е. с 1 га за сезон. Данные по основным факторам экономии приведены в табл. 1 [3].

Экономический эффект, получаемый при использовании только серверных интеллектуальных систем анализа данных, выглядит скромнее и составляет около 10 у. е. с 1 га за сезон (табл. 2) [4].

Отдельной статьей повышения эффективности сельского хозяйства является использование технологий удаленной диспетчеризации МТА. Использование подобной технологии способно значительно сократить расходы на обслуживание и ремонт МТА. Согласно исследованию, проведенному РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» и озвученному в рамках семинара, посвященного точному земледелию, на форуме «БЕЛАГРО-2017», использование диспетчеризации может предотвратить покупку новой техники организациями в течении нескольких сезонов. С учетом того,

что стоимость современных энергонасыщенных тракторов может достигать сотен тысяч долларов США, данная статья экономии для многих предприятий может стать основной.

Таким образом, с практической точки зрения главенствующую роль повышения эффективности сельскохозяйственного производства играет использование БК МТА. Суммарный экономический эффект, по факторам табл. 1 и 2, достигается благодаря реализации следующих возможностей (на примере бортового компьютера, разработанного в НПООО «ОКБ ТСП»):

- экономии ресурсов (топливо, семена, удобрения, средства защиты растений и т. д.);
- повышению урожайности и рентабельности продукции растениеводства;
- сокращению общих трудозатрат на эксплуатацию МТА, повышению производительности труда;
- автоматизации управление и снижению утомляемости оператора МТА (автоматизированное параллельное вождение МТА);
- возможности проводить обработку полей в допустимых пределах пропусков и перекрытий в ночное время и при недостаточной видимости;
- отказу от использования маркеров и следоуказателей;
- повышению надежности МТА за счет непрерывного контроля узлов и агрегатов, сигнализации о предотказном состоянии МТА;
- удаленному мониторингу местоположения и вида выполняемой операции (мониторинг происходит в режиме реального времени и способствует недопущению простоя и нецелевого использования техники);
- контролю расхода топлива (комплект позволяет информировать диспетчера о динамике расхода топлива, что способствует противодействию хищениям и сигнализирует о необходимости заправки МТА);
- автоматизированному управлению, вождению МТА (современный МТА — это сложная машина с множеством органов управления (рис. 1), с которыми компьютеру справиться гораздо легче, чем человеку).

Все приведенные выше методы повышения эффективности не новы, но использование БК МТА позволяет объединить их в одной технологии, что дает суммарный синергетичный эффект, превосходящий выгоды от их разрозненного использования.



Рис. 1. Индикаторы и органы управления МТА и БК МТА НПООО «ОКБ ТСП» (слева)

БК МТА как комплексная система создан на стыке нескольких отраслей: сельского хозяйства, машиностроения, связи, информационных технологий. Он включает ряд следующих направлений [5], но не ограничивается ими:

- устройства параллельного вождения;
- устройства дифференциального внесения удобрений;
- бортовые информационно-управляющие системы (включая диагностику и управление навесным оборудованием);
- устройства контроля расхода ГСМ;
- передача мобильных данных (услуги подвижной электросвязи);
- предоставление корректирующей навигационной информации (дифференциальные поправки);
- услуги по сбору и анализу данных о состоянии полей, сельскохозяйственной продукции, прогнозирование урожайности, составление карт урожайности и т. д.

Таким образом, возможности, описанные выше, собранные в одном устройстве, способны дать существенный выигрыш по сравнению с разрозненным использованием и заложить основы системного инновационного и эффективного развития не только сельского хозяйства, но и других отраслей хозяйства в Республике Беларусь.

Перспективность использования БК МТА для повышения эффективности сельского хозяйства подтверждается успешным внедрением подобных технологий как в Республике Беларусь, так и за ее пределами.

По состоянию на 1 июня 2017 г. в Республике Беларусь было продано около 150 комплектов оборудования бортовых компьютеров зарубежного производства.

По оценкам ОАО «МТЗ», потребность предприятия в БК МТА может составлять до 200 ед. в год. Существует перспектива роста данной потребности пропорционально увеличению объемов выпуска энергонасыщенных тракторов (мощностью свыше 300 л. с.).

Объем рынка устройств точного земледелия Российской Федерации на декабрь 2016 г. составлял около 30 тыс. ед., и по прогнозам может возрасти до 5 млн ед. к 2020 г. [6].

По оценкам аналитической организации Future Market Insights (независимая экспертная группа) к началу 2017 г. мировой рынок умного сельского хозяйства (включая умное земледелие) оценивался в 13 млрд долл. США [2]. Ожидается, что к 2026 г. рынок может вырасти до 40 млрд долл. США. Среднегодовой темп роста при этом может составить около 11,2 %.

Прогнозы развития рынка умного земледелия едины в том, что данный рынок будет

стабильно расти. Как было показано выше, среднегодовой рост мирового рынка должен составить 11,2 % (12,2 % [7]). Рынок Российской Федерации при этом может показать рост в сотни процентов за тот же интервал времени.

Потребность рынка Республики Беларусь, исходя только из объемов выпуска энергонасыщенных МТА ОАО «МТЗ», может показать рост в 50–100 % и дойти до 300–400 ед. к 2020 г.

Ожидается, что в будущем 100 % предприятий сельского хозяйства станут «умными», что отразится на соответствующем изменении продукции машиностроения и появления стабильного спроса на бортовые компьютеры МТА. Развитие умного земледелия поддерживается ООН [5].

Для оценки перспективного развития БК МТА и, как следствие, более эффективного использования ресурсов сельского хозяйства, нужно понимать, что это не единичное устройство, а целая система, которая требует участия стороннего оборудования в своей работе. Покажем это на примере движения данных (трафика) БК МТА, разработанного НПО «ОКБ ТСП» (рис. 2).



Рис. 2. Структура движения трафика БК МТА

Бортовой компьютер получает дифференциальные поправки и осуществляет информационный обмен с Центральным веб-сервером через сеть сотовой связи (передача данных) в режиме реального времени.

Центральный веб-сервер связан через Интернет с диспетчерским пунктом и осуществляет с ним информационный обмен в режиме реального времени. Диспетчерский пункт периодически (1 раз в минуту) связывается с центральным сервером поправок на предмет его работоспособности и контроля лицевого счета сервиса предоставления дифференциальных поправок.

Следовательно, производство, внедрение и использование БК МТА неминуемо повлечет за собой развитие всех связанных областей и технологий, что, в свою очередь, даст соответствующий экономический эффект.

Как показано выше, при использовании БК МТА суммарный экономический эффект, с учетом экономии ресурсов, оптимизации времени и режимов работы МТА и т. д., может достигать нескольких миллионов долларов США только для одного крупного сельскохозяйственного предприятия за сезон, что делает технологии БК МТА крайне перспективными при местном и глобальном внедрении.

Опытный образец БК МТА разработан в НПООО «ОКБ ТСП» по техническому заданию РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», которое было согласовано с генеральным конструктором ОАО «МТЗ». В настоящее время БК МТА проходит испытания в ГУ «Белорусская машиноиспытательная станция».

#### Литература:

1. E-agriculture Strategy [Электронный ресурс] // International Telecommunications Union (UTC). — Режим доступа: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/WTDC/WTDC17/RPM-ASP/Documents/RDF-Presentations/RDF-ASP\\_Session2\\_Presentation\\_Gerard\\_Sylvester.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/WTDC/WTDC17/RPM-ASP/Documents/RDF-Presentations/RDF-ASP_Session2_Presentation_Gerard_Sylvester.pdf). — Дата доступа: 22.08.2017.
2. Сельское хозяйство по-умному [Электронный ресурс] // Новости интернета вещей. — Режим доступа: [https://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/selskoe-khozyaystvo-po-umnomu?sphrase\\_id=19722](https://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/selskoe-khozyaystvo-po-umnomu?sphrase_id=19722). — Дата доступа: 22.08.2017.
3. Точное земледелие — инновация в системе ресурсосберегающего земледелия [Электронный ресурс] // Топографо-геодезическое республиканское унитарное предприятие «Белгеодезия». — Режим доступа: [http://www.geo.by/stories/files/doc/pr\\_agr.pdf](http://www.geo.by/stories/files/doc/pr_agr.pdf). — Дата доступа: 18.08.2017.
4. Платформа для точного земледелия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://onesoil.io/>. Дата доступа — 20.08.2017.
5. E-agriculture Strategy Guide [Электронный ресурс] // Food and Agriculture Organization of the United Nations. — Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i5564e.pdf>. — Дата доступа: 22.08.2017.
6. К 2020 году рынок точного земледелия в РФ придет в каждое хозяйство [Электронный ресурс] // The Dairynews. Новости молочного рынка каждый день. — Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/k-2020-godu-rynok-tochnogo-zemledeliya-v-rf-pridet.html>. — Дата доступа: 20.08.2017.
7. Рынок точного земледелия к 2020 г. вырастет до \$4,5 млрд [Электронный ресурс] // Белорусское сельское хозяйство. Ежемесячный научно-практический журнал. — Режим доступа: <http://agriculture.by/news/mirovye-rynki/rynok-tochnogo-zemledeliya-k-2020-g-vyrastet-do-45-mlrd>. — Дата доступа: 20.08.2017.