

**С. Г. Яковчик, Н. Г. Бакач, Ю. Л. Салапура**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: belagromech@tut.by*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ В ОБЛАСТИ ТОЧНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

В статье представлены перспективы в области применения точного сельского хозяйства и предложены задачи, требующие первостепенного решения.

*Ключевые слова:* ресурсосберегающие технологии, точное земледелие, точное животноводство, техническое зрение, мониторинг.

**S. G. Yakovchik, M. G. Bakach, Y. L. Salapura**

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: belagromech@tut.by*

## **PROSPECTS IN THE FIELD ACCURATE AGRICULTURE**

The article presents the prospects in the field of precision agriculture and proposes the tasks that require a primary solution.

*Keywords:* resource-saving technologies, precision farming, precision farming, machine vision, monitoring.

### **Введение**

С каждым годом население нашей планеты увеличивается и, по прогнозным показателям, уже через 30 лет продуктов питания потребуется на 70% больше, чем их производится в настоящее время. Несмотря на то, что в последнее время отмечается развитие биотехнологий, однако в ближайшем обозримом будущем, основную массу продуктов питания для населения все равно будет обеспечивать пашня, как главное средство производства продуктов питания. Одновременно следует отметить, что каждый год на нашей планете безвозвратно исчезает более 1,3 млн. га пахотных земель, а также постоянно снижается их плодородие. Поэтому уже с 80-ых годов прошлого столетия, главной парадигмой земледелия развитых мировых держав стало создание прецизионных систем земледелия [1].

В то же время по оценкам ФАО, до 80% необходимого роста производства продукции должно быть получено путем увеличения урожаев и интенсивности сельскохозяйственных культур, но только 20% от расширения пахотных земель. Однако следует отметить, что глобально темпы роста урожаев основных зерновых культур стабильно стали уменьшаться и на данный момент не превышают 1,5% в год. Поэтому стоит задача разрабатывать такие технологии, которые смогли бы преодолеть это уменьшение [2].

В свою очередь отличительными особенностями сельского хозяйства любой страны являются прямая зависимость от почвенно-климатических условий, пространственная рассредоточенность предприятий, сезонность работы, органическая связь с живой природой и живыми организмами [3]. Это касается и Республики Беларусь.

Поэтому стратегической целью дальнейшего развития агропромышленного комплекса нашей страны является формирование конкурентоспособного на мировом рынке и экологически

безопасного производства продуктов питания, необходимого для поддержания достигнутого уровня продовольственной безопасности страны, обеспечения полноценного питания и здорового образа жизни населения республики при сохранении и постепенном увеличении плодородия почв, а также наращивания экспортного потенциала.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

снизить затраты ресурсов и повысить рентабельность производства сельскохозяйственной продукции;

повысить качество продовольствия и его конкурентоспособность на международных рынках.

### Основная часть

Как показывает анализ мировых тенденций, сельское хозяйство повсеместно переходит на ресурсосберегающие технологии, где одним из базовых элементов является точное земледелие, реализация которого довольно успешно позволяет конкурировать на рынке. Лидерами в данном направлении являются США, Германия, Дания, Голландия, Япония, Бразилия, Китай и Австралия.

Применение новых технологий и технических средств, таких как системы позиционирования, автоматические пробоотборники, датчики, бортовые компьютеры, измерительные комплексы и приборы, мобильные информационные системы и другие позволяют проводить точечное обследование характеристик почв; собирать, накапливать и анализировать полученные данные; составлять карты прогноза урожайности выращиваемых растений; вносить минеральные и органические удобрения, химические мелиоранты в определенное поле, с учетом выявленной изменчивости характеристик почвы, а также с целью получения максимальной урожайности, уменьшения загрязнения окружающей среды и выращивания экологически чистой продукции; внедрять и контролировать намеченные рекомендации; проводить дальнейший мониторинг характеристик поля [4].

Для полноценного использования технологии точного сельского хозяйства требуется применение всех современных достижений в части информационных технологий, включая компьютеры и сети, «Интернет вещей» (*internet of things*), облачную обработку данных (*cloud computing*), технологии 3S (дистанционное обследование, географические информационные системы и *GPS*), а также технологии беспроводной связи.

Появление электроники позволяет создавать мобильную технику с дистанционным управлением, работающую по заданным программам, – это совершенно новое направление развития технических средств – фитотехнология, которая дает возможность заменять человека в тяжелых условиях, при монотонных операциях, значительно сокращая потери рабочего времени и ошибки, связанные с человеческим фактором [5].

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» занимается разработкой отдельных элементов системы точного сельского хозяйства.

В данной области создан комплект оборудования и программного обеспечения системы дистанционного мониторинга машинно-тракторных агрегатов, включающий модуль телеметрический МТМ-1, модуль идентификации, топливные датчики, сервер и специализированное программное обеспечение, устанавливаемое на рабочее место специалиста. Данная система предназначена для определения координат местоположения, направления и скорости движения машинно-тракторного агрегата, также система позволяет определить состав агрегата, обработанную площадь и расход топлива в режиме реального времени.

В рамках проведенных исследований по изучению процесса дифференцированного внесения минеральных удобрений с обоснованием системы регулирования дозы в процессе работы по карт-заданию, обоснованы методы и средства дифференцированного внесения минеральных удобрений по карт-заданию и в *on-line* режиме на основе использования сигналов глобальных навигационных систем.

Также разработан алгоритм работы оборудования для дифференцированного внесения удобрений по карт-заданию.

Потребность населения иметь доступ к высококачественным пищевым материалам, стимулирует производителей плодов, овощей и корнеклубнеплодов использовать экономичные, неразрушающие, а также гигиенические методы контроля качества реализуемой продукции.

В данном направлении ведутся работы с использованием систем технического (машинного) зрения и автоматической инспекции для идентификации и отделения некондиционных клубней картофеля из общего вороха по внешним цветовым дефектам: позеленение, наличие ростков, повреждения ризоктониозом и серебряной паршой, порезы и трещины. Подобные системы направлены на выполнение технологического процесса с оптимальной производительностью и точностью (рис. 1).

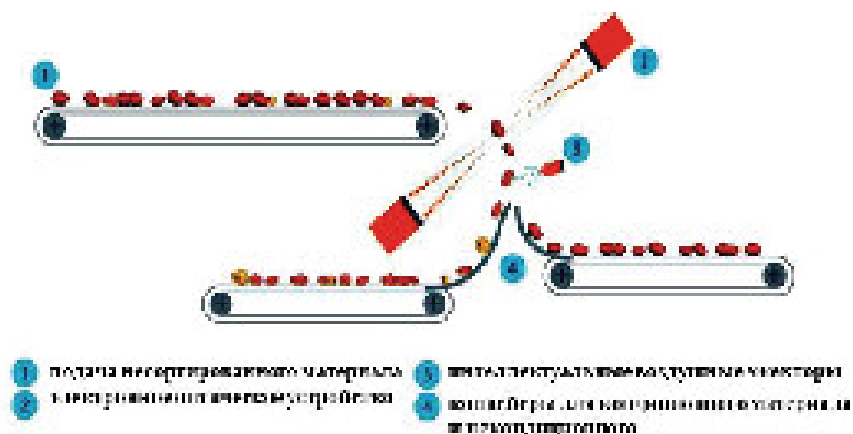


Рис. 1. – Принципиальная схема оптической сортировки картофеля

Помимо этого, ведутся исследования по разработке линии сортировки и фасовки яблок. В основу работы оптического сортировщика плодов положен принцип анализа данных, согласно которому, полученные с видеочамер изображения плодов обрабатываются и формируются в образцы, с последующим распознаванием и выдачей сигнала исполнительному устройству. Оптический сортировщик предназначен для сортировки яблок и груш в соответствии действующих стандартов. Яблоки, в зависимости от качества, должны быть отсортированы на три товарных сорта: высший, первый и второй. Фотосепаратор линии обеспечивает сортировку плодов по размеру, цвету, наличию механических повреждений и повреждений от болезней и вредителей.

Начаты исследования по разработке роботизированной машины для пропалывания междурядий питомников и ягодников. Проведение данных работ обусловлено тем, что указанные технологические операции остаются в республике немеханизированными, при этом невозможно использование гербицидов из-за угрозы угнетения роста и развития культурных насаждений. В то же время трудоемкость этих операций составляет 80–150 чел. ч./га.

К сожалению, в настоящее время, в республике, производство и использование систем точного земледелия пока находится на достаточно низком уровне. Это, прежде всего, связано с дополнительными затратами, среди которых можно выделить следующие:

затраты на сбор данных (карты, глобальные системы позиционирования (ГСП), сенсоры);

затраты на менеджмент данных (техника и программное обеспечение);

затраты на специальную технику для точного выполнения агроприемов и навигацию (ГСП-управляемые машины и оборудование для дифференцированной обработки почвы, посева, внесения удобрений, средств защиты растений и др.) [6].

### Заключение

Для внедрения в производство отечественных информационно-управляющих систем первоначально необходимо решение следующих основных задач:

разработка базовых инновационных технологий возделывания основных, зерновых и кормовых культур, ориентированных на использование информационно-управляющих систем в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь;

разработка технических средств для сбора данных;  
разработка автоматизированных и роботизированных систем сельскохозяйственных машин для реализации технологий информационно-управляемого сельского хозяйства;  
разработка комплексов отечественного программного обеспечения;  
разработка систем управления и принятия решений.

В условиях жесткой конкуренции, совершенствование производства сельскохозяйственной продукции, основанное на технологиях информационно-управляемого сельского хозяйства, является экономически обоснованным и позволит, по предварительным расчетам, снизить себестоимость производства сельскохозяйственной продукции, и повысить эффективность отрасли в целом.

#### Список использованных источников

1. Труфляк, Е. В. Точное земледелие: учеб. пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин; Кубан. гос. агр. ун-т. – Краснодар, 2015. – 383 с.
2. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis\\_papers/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050\\_RU.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis_papers/How_to_Feed_the_World_in_2050_RU.pdf).
3. Рунов, Б. Новейшие технологии (точное земледелие) – основа развития выгодного сельского хозяйства / Б. Рунов, Н. Пильникова // Экономика сельского хозяйства России. – № 2. – 2010. – С. 25–34.
4. Д. К. Обзор задач точного земледелия и аграрных роботизированных средств / Д. К. Ву, В. В. Нгуен, О. Я. Соленая, А. Л. Ронжин // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – № 3. (77). – 2017. – С. 13–19.
5. Рунов Б. А. Основы технологии точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт / Б. А. Рунов, Н. В. Пильникова. – 2-е изд., исправ. и доп. – СПб.: АФИ, 2012. – 120 с.
6. Труфляк, Е. В. Интеллектуальные технические средства в сельском хозяйстве / Е. В. Труфляк // Известия Великолукской ГСХА. – 2015. – № 4. – С. 25–34.

УДК 629.1

Поступила в редакцию 28.07.2019

Received 28.07.2019

**В. Е. Тарасенко<sup>1</sup>, А. А. Жешко<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет,*

*<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

#### ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

Оптимальной является система охлаждения (СО), с входящей в нее системой более высокого уровня, обеспечивающей наилучшие показатели функционирования. В данном случае – это двигатель внутреннего сгорания (ДВС) мобильной машины. Показатели функционирования двигателя определяются его тепловым состоянием и оцениваются температурой основных его элементов. Косвенно, таким показателем, может приниматься температура охлаждающей жидкости СО. Оптимальная система охлаждения – это система, во-первых, полностью отвечающая своим целям, и, во-вторых, обеспечивающая заданный температурный режим двигателя при наименьших материальных расходах на изготовление и наименьших энергетических затратах на функционирование [1].

В статье решена задача оптимизации параметров системы охлаждения с ограничениями-неравенствами и использованием условия Куна-Таккера.

*Ключевые слова:* оптимизация, система охлаждения, тип размерный ряд, трактор

**V. E. Tarasenko<sup>1</sup>, A. A. Zheshko<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Belarusian State Agrarian Technical University,*

*<sup>2</sup>Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture Mechanization*

#### PARAMETER OPTIMIZATION OF COOLING SYSTEMS STANDARD SERIES OF TRACTORS “BELARUS”

Optimal is the cooling system that provides the best performance of the higher-level system in which the cooling system is located. In this case, it is the internal combustion engine of a mobile machine. The performance of the engine is determined by its thermal condition and the temperature of its main elements. Indirectly, this indica-