

## АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 338.330.3:631(476)

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО УСТОЙЧИВОСТИ

Н. Н. МИНИНА

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

*(Поступила в редакцию 12.09.2022)*

*Переход к инновационному типу экономики, при котором основная доля валового внутреннего продукта обеспечивается производством и реализацией наукоемкой продукции, обуславливает появление интереса к обеспечению устойчивого развития государства, регионов и организаций за счет внедрения инноваций. В статье приведен обзор некоторых важных разрабатываемых, внедряемых и уже широко используемых программных продуктов, информационных систем, других цифровых решений, необходимых для эффективного функционирования отрасли растениеводства Республики Беларусь. Рассмотрены отдельные знаковые разработки при внедрении элементов точного земледелия, систем автоматизации, информационно-аналитических систем в сельском хозяйстве. Изучен опыт передовых сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь, успешно использующих инновации в своей деятельности, что способствует росту их устойчивости. Обсуждаются получаемые аграрными организациями новые возможности и преимущества от использования различных цифровых решений в отрасли растениеводства. Цифровизация управления в сельском хозяйстве Беларуси позволит построить оптимальную систему производства, хранения, транспортировки, переработки и реализации продукции, регулировать производственные процессы в оптимальные сроки и наименьшими издержками, использовать машины, совместимые с информационными системами и программным обеспечением, исключая негативное влияние человеческого фактора на результаты производства. Внедрение в практику рассмотренных цифровых технологий, лежащих в основе современных систем управления и оптимизации технологических процессов в сельском хозяйстве, позволит получить нужную информацию для принятия решений, оптимизировать ресурсы, снизить себестоимость продукции, увеличить производительность труда и конкурентоспособность продукции, повысить уровень привлекательности аграрного сектора для инвесторов и потенциальных работников и устойчивость отрасли растениеводства Республики Беларусь.*

**Ключевые слова:** *устойчивость производства, инновации, автоматизация, цифровизация, эффективность.*

*The transition to an innovative type of economy, in which the bulk of the gross domestic product is provided by the production and sale of science-intensive products, causes the emergence of interest in ensuring the sustainable development of the state, regions and organizations through the introduction of innovations. The article provides an overview of some important developed, implemented and already widely used software products, information systems, and other digital solutions necessary for the effective functioning of the crop industry of the Republic of Belarus. Some significant developments in the implementation of elements of precision farming, automation systems, information and analytical systems in agriculture are considered. The experience of leading agricultural organizations of the Republic of Belarus, which successfully use innovations in their activities, which contributes to the growth of their sustainability, has been studied. The new opportunities and benefits obtained by agricultural organizations from the use of various digital solutions in the crop industry are discussed. Digitalization of management in agriculture in Belarus will allow building an optimal system for the production, storage, transportation, processing and sale of products, regulate production processes in the optimal time and at the lowest cost, use machines that are compatible with information systems and software that excludes the negative impact of the human factor on production results. The introduction into practice of the considered digital technologies, which underlie modern management systems and optimization of technological processes in agriculture, will provide the necessary information for decision-making, optimize resources, reduce product costs, increase labor productivity and competitiveness of products, increase the level of attractiveness of the agricultural sector for investors and potential employees and the sustainability of the crop industry of the Republic of Belarus.*

**Key words:** *production sustainability, innovation, automation, digitalization, efficiency.*

#### **Введение**

В научной литературе проблеме устойчивости организаций уделяется значительное внимание. При этом основной акцент нередко сделан на экономической составляющей устойчивости [1]. Стратегическая цель развития аграрной экономики Беларуси до 2030 г. – обеспечение устойчивого развития и достижение безубыточности сельскохозяйственного производства на основе повышения его научно-технического потенциала, внедрения безотходных и экологически безопасных технологий с

использованием ресурсосберегающих технологий. Достижению указанной цели способствует инновационное развитие аграрного производства, предусматривающее технологическую модернизацию, внедрение ресурсосберегающей системы машин, технологий для точного земледелия и других инновационных технологий. Цель исследования – охарактеризовать инновации в растениеводстве Республики Беларусь как направление повышения его устойчивости.

### **Основная часть**

Применялись общенаучные и частные методы исследования, работы отечественных и зарубежных ученых.

Глобальные процессы, происходящие сегодня в мировом АПК, экспертами сведены к единому термину – «Сельское хозяйство 4.0» (Farming 4.0 или Agriculture 4.0). Так, Европейская ассоциация сельскохозяйственного машиностроения (European agricultural machinery industry association) выделяет в ней два тренда: точное земледелие (Precision Farming) и цифровая трансформация АПК.

Под точным земледелием понимается целый спектр новых, непрерывно развивающихся технологий, которые служат общему конечному результату сельскохозяйственной деятельности – произвести как можно больше аграрной продукции высокого качества, при этом задействовать как можно меньше различных видов ресурсов при максимальном снижении всех возможных издержек производства [2]. Технологии точного земледелия подразделяют на: навигационные – глобальные системы спутникового геопозиционирования, аппаратное и программное обеспечение, координирующее движение сельскохозяйственной техники на поле; регистрирующие – использующие сенсоры, датчики, данные дистанционного зондирования и функциональные возможности геоинформационных систем, выполняющие дистанционный мониторинг и визуализацию его результатов; реагирующие – механизмы, аппаратное и программное обеспечение, позволяющие варьировать размещение и переработку сельскохозяйственных ресурсов. В последние годы все чаще поднимается вопрос использования технологий точного земледелия и ресурсосберегающих технологий. В Беларуси внедряются элементы системы точного земледелия (системы параллельного вождения, GPS-навигации, системы учета расхода топлива). В 2021 г. весенний сев яровых зерновых и зернобобовых культур с использованием элементов системы точного земледелия проведен на 16 % площади, сев озимых зерновых на зерно – на 10 % площади.

Министерством сельского хозяйства и продовольствия (Минсельхозпрод) Республики Беларусь в декабре 2021 года проведено совещание на тему «Точные технологии в сельском хозяйстве». Рассмотрено формирование комплексного проекта будущего «Точное земледелие». Минсельхозпрод Республики Беларусь осуществляет информатизацию сельского хозяйства в соответствии с государственной программой «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. Совместно с Национальным центром электронных услуг и российской федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзором) тестируется информационное взаимодействие автоматизированной информационной системы «БЕЛФИТО», обеспечивающей единый с Россией механизм оформления и сбора информации по фитосанитарным сертификатам и актам карантинного фитосанитарного контроля (надзора). Создана национальная автоматизированная информационная система по формированию, ведению и использованию единого реестра сортов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию на территориях стран ЕАЭС. На сайте Минсельхозпрода Беларуси размещена информационная поисковая система «Техсервис», позволяющая аграриям облегчить поиск запасных частей к сельскохозяйственной технике, предлагаемых предприятиями-изготовителями и их дилерами [3; 4].

Все чаще применяются дроны для выполнения различных работ: инвентаризации сельскохозяйственных угодий; создания электронных карт полей; оценки объема работ и для контроля их выполнением; оперативного мониторинга состояния посевов; оценки всхожести сельскохозяйственных культур; охраны сельскохозяйственных угодий; внесения средств защиты растений. Среди беспилотных летательных агрегатов (БПЛА), представленных на стенде ООО «Белорусская Федерация беспилотной авиации», в 2020 г. был Phantom 4 RTK от DJI. Модель имеет модуль определения координат с сантиметровой точностью и систему синхронизации полученных поправок в режиме реального времени. Экосистема позволяет делать сверхточные карты полей, оценивать объемы работ, контролировать их выполнение, определять индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Это нормализованный относительный индекс растительности – простой показатель количества фотосинтетически активной биомассы. Обычно его называют вегетационным индексом [5]. Точное земледелие с применением новых технологий и средств техники на пилотных объектах позволяет получить в 2,5 раза больше урожая зерна, затраты при этом сокращаются более чем на 20 %.

По словам начальника главного управления технического прогресса и энергетики, государственного надзора за техническим состоянием машин и оборудования Минсельхозпрода С. Карповича, даже частичное внедрение элементов системы точного земледелия дает эффект – экономию до 25 % ресурсов, при этом некоторые элементы точного земледелия в Беларуси уже внедрены. Например, картирование урожайности: отечественные современные комбайны оснащены системой, которая позволяет считывать с каждого квадратного метра урожайность, определять, сколько из почвы выносятся питательных веществ – калия, фосфора, азота. При составлении плана урожайности на следующий год агроном учитывает это картирование, а также карты химического анализа состава почвы. Благодаря этому он может точно спланировать, сколько нужно внести удобрений каждого вида, что позволяет экономить. В Беларуси внедрены технологии параллельного вождения, установлена треть необходимых датчиков расхода топлива, работа над этим продолжается. С каждым годом все больше отечественных предприятий подключаются к выпуску техники, оснащенной элементами системы точного земледелия (разбрасыватели минеральных удобрений (ОАО «Щучинский ремонтный завод»), трактор «Беларус-3522» с бортовым компьютером управления, трактор «Беларус-4522» с системой управления «Автопилот», опрыскиватели РОСА и ОВС-4224 с системой дифференцированного внесения КАС на основе карты поля, зерноуборочные комбайны КЗС-2124 с системой мониторинга урожайности). Сейчас Минсельхозпрод совместно с Министерством связи и информатизации работает над тем, чтобы все компоненты точного земледелия объединить в общую программу. Например, на тракторе устанавливается интегрированный прибор. Садится механизатор в кабину, а компьютер спрашивает, с каким агрегатом будет работать, какая глубина вспашки и показывает возможный экономический результат [6].

В настоящее время система точного земледелия используется многими передовыми аграрными организациями Беларуси. Среди них – УП «Агрокомбинат «Ждановичи» Минского района, РУП «Учхоз БГСХА» Горьковского района, КСУП «Совхоз-комбинат «Заря» Мозырского района, ОАО Гастелловское» Минского района, РПУП «Устье» НАН Беларуси Оршанского района и др. [7; 8; 9]. Так, в УП «Агрокомбинат «Ждановичи» Минского района техника почти полностью оснащена программным обеспечением для точного земледелия. На всех этапах сельскохозяйственных работ применяется система параллельного вождения. По спутникам прокладывается маршрут прямолинейного движения трактора. Параллельное вождение автоматическое, при помощи автопилота. Агрегат способен самостоятельно разворачиваться, за счет чего производительность труда увеличивается до 30 %, экономится топливо. Сводится к минимуму влияние человеческого фактора на качество работ, задачи механизатора – контроль над процессом и обеспечение точности выполнения задач. Сокращается излишнее перекрытие проходов при обработке почвы (погрешность составляет 2 см) [7].

В РПУП «Устье» НАН Беларуси Оршанского района специалистами БГСХА разработана локальная база геопространственных данных о содержании в почвах пахотных земель основных макро- и микроэлементов, гумуса, pH почвенного раствора, созданы цифровые карты пространственного распределения агрохимических, физико-химических показателей для территории землепользования [8].

До вспашки и внесения удобрений на основе спутниковых снимков определяется содержание питательных веществ в почве, составляется карта плодородия и вычисляется, сколько необходимо удобрений для той или иной территории, чтобы получить заданный результат: максимальную урожайность с участков поля с разным плодородием либо выравненную урожайность. В электронной карте задания содержится план внесения удобрений. На основе карты прикрепленный к трактору рассеиватель распределяет по полю необходимое количество удобрений, что позволяет сэкономить около 20 % питательных веществ. При уходе за посевами тракторы с опрыскивателями оснащаются сканерами, которые по листьям определяют, является ли растение культурным или сорным. Средствами защиты растений обрабатываются только сорняки, что дает возможность сэкономить 40–50 % средств. В г. Горки одним из резидентов технопарка для вычисления некультурных растений было предложено использовать БПЛА. Заправленные ядохимикатами, дроны в поле сканируют растения и обрабатывают только нужные. В БГСХА с 2019 г. данные сверхвысокого разрешения, получаемые с БПЛА, используются для прогноза продуктивности кормовых культур. В настоящее время в научно-производственном центре многофункциональных беспилотных комплексов НАН для аграрной отрасли создается беспилотник, оснащенный камерами, который будет снимать посевы, соединяя отдельные фотографии в карту поля. Это анализ позволит агрономам определить состояние растений с привязкой к их координатам и принять решение о дифференцированном внесении удобрений и средств защиты. Разрабатывается искусственный интеллект, способный оценить качество посевов [7; 8].

Применение ресурсосберегающих технологий (нулевой обработки или поверхностной обработки почвы) и высокопроизводительной современной техники позволяет выполнить работы в оптимальные сроки, решить проблемы переуплотнения почв [4]. Например, в СПК «Гродненский» Гродненского района положительный эффект дает безотвальная обработка почвы и использование высокопроизводительного посевного агрегата. Технология содействует сохранению влаги в нижних слоях почвы. Результатом является получение высоких гарантированных урожаев [10].

В УП «Агрокомбинат «Ждановичи» Минского района овощи выращивают в оборудованных по последнему слову техники теплицах, где автоматизированы регуляция микроклимата, открытие и закрытие форточек, полив, подкормка. Лишь несколько операций выполняются вручную: обрезка растений, их подвязка и сбор урожая [7]. Отечественный программно-аппаратный комплекс для мониторинга микроклимата теплиц был разработан в центре светодиодных и оптоэлектронных технологий. Чтобы растения росли и давали хороший урожай, нужно их освещать, кормить питательным раствором. Особенно это важно для многоярусных теплиц, которые получают все большее распространение в мире. За рубежом есть примеры 18-этажных конструкций, которые в том числе обслуживают роботы. Данное направление начало развиваться 6–7 лет назад. Отечественная разработка – шаг к точному земледелию и цифровому сельскому хозяйству. Технология представляет интерес для аграрных предприятий, кафе и торговых сетей, что позволит их покупателям получать свежую, экологически чистую зелень [11].

Продолжается сотрудничество ученых Беларуси и России в сфере АПК. Подготовлена и проходит согласование концепция программы Союзного государства «Разработка интеллектуальных технологий и роботизированных технических средств для промышленного садоводства» («Садоводство СТ»), в соответствии с которой планируется внедрение в производство информационных систем, автоматизированных и роботизированных технических средств для управления сбором, анализом информации, принятия решений по управлению технологическими процессами, мониторинга состояния плодовых и ягодных насаждений и реализации трудоемких технологических процессов в промышленном садоводстве интенсивного типа. Для реализации интеллектуальных технологий возделывания ягодных кустарников в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ обоснована структура системы управления производственными процессами в интеллектуальных технологиях возделывания кустарниковых ягодных культур, включающая: блок контроля параметров производственного процесса (комплект датчиков для сбора информации о состоянии растений и окружающей среды); информационно-аналитический блок для обработки и анализа информации; блок реализации управляющих воздействий. Разработаны требования к АСУ производственными процессами, обеспечивающей контроль и учет внешних климатических факторов, показателей роста и состояния ягодных кустарников в критические фазы их развития. В процессе работы пользователю предоставляется возможность вводить и корректировать условия производства, тем самым адаптируя систему для формирования оптимизированных управленческих решений [12].

Для аграрных организаций особый интерес представляют системы контроля и анализа данных в режиме реального времени. Например, в российском проекте «Агросигнал» на мониторах показывается вся работа техники, поэтому любые отказы можно легко заметить и оперативно устранить. Особое внимание уделяется контролю развития посевов, которым охвачено свыше 150 хозяйств, обрабатывающих более 2 млн га земли. Система планирует производственные процессы, корректирует планы в ходе их выполнения, с помощью подключенных датчиков и приборов автоматически регистрирует сроки выполнения работ. Внедрение разработки прирост производительности достигает 100 %, урожайности – 10–15 %, экономия материальных ценностей составляет до 50 % [13].

Компания Алан-ИТ создала комплекс программных средств для растениеводства, включающий систему учета и встроенную бизнес-аналитику. Комплекс решает задачи учета, оптимизации планирования сельскохозяйственных работ, прогнозирования урожайности, контроля над ходом сельскохозяйственных работ в режиме реального времени, дает возможность оценивать отклонения от плана, определять влияющие на конечные результаты причины. Это делает прозрачным весь процесс производства продукции в растениеводстве, позволяет управляющему персоналу повысить прибыль от применяемых технологий. Для выработки управленческих решений в сфере сельскохозяйственного производства этой же компанией предложен облачный геоинформационно-аналитический сервис, представляющей специалистам информацию о состоянии каждого поля в определенный период времени и позволяющей спрогнозировать динамику развития растений.

Для управления реализацией зерна компанией Cognitive Technologies разработана информационная технология, позволяющая контролировать путь зерна с поля до элеватора и сократить потери зер-

на при транспортировке [14]. Для этих целей также предназначена технология радиочастотной идентификации (RFID), содержащая микрочип, который хранит уникальный идентификатор и антенну, способную передавать эту информацию на специальные радиосчитыватели. RFID-технология позволяет эффективно решать задачи точного учета, приема и отгрузки продукции, снизить затраты и трудоемкость инвентаризации. Применение RFID технологии в программно-аппаратном комплексе Cognitive Agro Control при уборке зерновых культур дает возможность организовать онлайн-обмен основными данными и их передачу на сервер центра управления уборкой, проводить статистический анализ.

Примером комплексных решений для умного сельского хозяйства служат разработки компания Pessl Instruments (Австрия), которые помогают фермерам принимать более обоснованные решения по оптимизации распределения ресурсов (семена, вода, удобрения и др.), сделать поля более устойчивыми к сельскохозяйственным рискам (засуха, избыток воды, мороз, тепловой стресс, повреждение урожая вредителями, грибковыми инфекциями и т. д.). Для функционирования цифрового управления сельским хозяйством данная компания предлагает 12 специализированных станций и регистраторов.

### **Заключение**

В условиях постоянного удорожания энергоресурсов и сырья для производства минеральных удобрений, наличия дефицита органических удобрений, сокращения площадей, пригодных для выращивания сельскохозяйственных культур, вследствие усиления эрозионных процессов и опустынивания, вызванных глобальным потеплением климата, актуальной становится проблема поиска наиболее эффективных способов управления рентабельностью и снижения себестоимости агропродукции. Один из путей ее успешного решения – внедрение инновационных технологий в сфере землепользования. Цифровизация превращает сельское хозяйство в высокотехнологичный сектор экономики, где обрабатываются массивы больших данных, поступающих от многочисленных сенсоров, установленных в поле, на ферме, сельскохозяйственной технике, от метеостанций, спутников и других систем. Аналитическая обработка этих массивов позволяет получать ранее недоступную информацию, находить закономерности, позволяющие повышать эффективность управления сельскохозяйственным производством, улучшать работу агробизнеса и связь с потребителями.

Внедрение инноваций требует существенных затрат. Необходимо покупать специальное программное обеспечение, создавать корпоративную стационарную и локальную сеть управления, приобретать беспилотные летательные аппараты и лицензионное ПО для интерпретации результатов съемки. Стоимость разбрасывателей минеральных удобрений Amazone ZA-M 1500 и MXL 8200 ISO-BUS, используемых для дифференцированного внесения минеральных удобрений, составляет свыше 20 тыс. руб., отечественного зерноуборочного комбайна с системой картирования урожайности, – свыше 320 тыс. руб., сенсорных датчиков азота Trimble GreenSeeker или Yara N-Sensor 1,2–3,55 тыс. руб., агродрона – 6–18 тыс. долл., программного обеспечения Pix4Dfields для обработки данных – свыше 5 тыс. долл. [8]. Подобные затраты под силу крупным финансово устойчивым аграрным организациям.

Применение инноваций в сельском хозяйстве обеспечивает рост производительности труда, снижение себестоимости и повышение качества и конкурентоспособности продукции, способствует решению проблемы продовольственной безопасности страны и повышению устойчивости белорусских аграрных предприятий.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Пакуш, Л. В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л. В. Пакуш, А. Г. Ефименко // Никоновские чтения. – Москва: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова, 2019. – С. 391–392.
2. Ковалев, И. Л. Опыт и проблемы внедрения цифровых решений, элементов точного земледелия и животноводства в сельском хозяйстве Республики Беларусь / И. Л. Ковалёв, А. П. Такун, С. П. Такун // Нормирование и оплата труда в сельском хозяйстве. – 2022. – № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://panog.ru> – Дата доступа: 25.05.2022.
3. Цифровизация и точное земледелие: Беларусь внедряет новые технологии в сельское хозяйство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by> – Дата доступа: 25.05.2022.
4. Минина, Н. Н. Инновации как направление повышения устойчивости растениеводства Республики Беларусь / Н. Н. Минина // Вестник БГСХА. – 2019. – № 4. – С. 24–28.
5. Гаврилович, К. Использование дронов в сельском хозяйстве: технологии настоящего / К. Гаврилович [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agronews-com.turbopages.org> – Дата доступа: 24.05.2022.
6. Как идет процесс цифровизации в сельском хозяйстве: «Цифра» в АПК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sb-by.turbopages.org> – Дата доступа: 25.05.2022.
7. Ровда, А. Подрулька, умная ферма, дрон-ищейка: IT-технологии помогают аграриям экономить время и деньги / А. Ровда, У. Шлыквич // Сельская газета. – 30.07.2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by> – Дата

доступа: 30.07.2022.

8. Мыслыва, Т. Н. Внедрение точного земледелия в Республике Беларусь в контексте национальных отношений: проблемы и перспективы / Т. Н. Мыслыва, О. А. Куцаева // Вестник БГСХА. – 2020. – № 4. – С. 154–163.

9. Агейчик, Е. Первый шаг к точному земледелию / Е. Агейчик // Горацкі веснік. – № 70. – 10.09.2022.

10. Василевкина, Т. Весомый колос. Хозяйства Гродненского района лидируют по урожайности зерновых и зернобобовых культур / Т. Василевкина // Гродзенская праўда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://grodnonews.by> – Дата доступа: 05.05.2022.

11. Матвеева, Н. Точные технологии в сельском хозяйстве, роботы и 5G – какие разработки представлены на «ТИБО-2019» / Н. Матвеева // БЕЛТА. – 9 апреля 2019 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by> – Дата доступа: 05.05.2022.

12. Смирнов, И. Г. Разработка технологических процессов и технических средств для интеллектуальных технологий возделывания кустарниковых ягодных культур: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.20.01. – М., 2019. – 47 с.

13. Варганова, М. Л. Перспективы цифровизации сельского хозяйства как приоритетного направления импортозамещения / М. Л. Варганова, Е. В. Дробот // Экономические отношения. – 2018 – Т. 8 – № 1 – С. 1–18.

14. ИТ в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/TD9F4> – Дата доступа: 05.05.2022.