

**В. П. Селиванова, В. В. Голдыбан, Д. И. Комлач**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: labpotato@mail.ru*

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОНОМНЫХ МОБИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Аннотация.* Данная статья рассматривает актуальность разработки автономных мобильных агрегатов для сельского хозяйства для использования их в процессе внесения пестицидов. С учетом увеличения численности населения и сокращения числа занятых в аграрном секторе, автоматизация процессов становится необходимостью для повышения эффективности производства. В статье также затрагивается вопрос о повышении привлекательности сельского хозяйства среди молодежи благодаря внедрению современных технологий. Приведены статистические данные, иллюстрирующие актуальность и важность данной темы.

*Ключевые слова:* автономный мобильный агрегат, средства защиты растений, точное земледелие, пестициды, автоматизация, численность населения.

**V. P. Selivanova, V. V. Goldyban, D. I. Komlach**

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: labpotato@mail.ru*

## **RELEVANCE OF APPLICATION OF AUTONOMOUS MOBILE UNITS IN AGRICULTURE OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Abstract.* This paper examines the relevance of the development of autonomous mobile units for agriculture for use in pesticide application. Given the increasing population and decreasing number of people employed in the agricultural sector, automation of processes becomes a necessity to improve production efficiency. The article also touches upon the issue of increasing the attractiveness of agriculture among young people due to the introduction of modern technologies. Statistical data illustrating the relevance and importance of this topic are given.

*Keywords:* autonomous mobile unit, crop protection products, precision agriculture, pesticides, automation, population growth.

### **Введение**

В последние десятилетия численность населения в мире стремительно растет, что увеличивает нагрузку на сельскохозяйственный сектор. По данным ООН, в 2023 г. население Земли превысило 8 млрд человек, а к 2050 г. этот показатель может достичь 9,7 млрд. График, разработанный ООН, представлен на рисунке 1. При этом наблюдается устойчивое сокращение аграрного населения и старение рабочей силы в сельском хозяйстве. Согласно отчетам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), к 2050 г. численность людей, занятых в аграрном секторе, может снизиться более чем на 20 %. В этой связи одной из главных задач становится разработка решений, способных поддерживать и повышать производительность сельского хозяйства.

Проблема перенаселения приводит к росту спроса на различные виды ресурсов, что со временем приведет к их истощению. Согласно данным FAO [1], для поддержания уровня обеспечения растущего населения сельскохозяйственной продукцией требуется увеличение эффективности сельскохозяйственного производства более чем на 60 %.



Рисунок 1 – График роста численности населения мира по данным ООН

Сельское хозяйство, как традиционная отрасль, сталкивается с проблемой низкой привлекательности среди молодых специалистов. Большинство молодых людей предпочитает работу в технологически развитых отраслях, что усугубляет нехватку рабочей силы в аграрном секторе. В этой связи внедрение современных автономных технологий может сыграть важную роль в повышении интереса молодежи к сельскому хозяйству.

Актуальность исследований вопроса разработки и внедрения автономных мобильных агрегатов в аграрно-промышленный комплекс Республики Беларусь подтверждается соответствием темы исследований перечню приоритетных направлений научно-технической деятельности на 2021–2025 гг. [2].

### Основная часть

С увеличением численности населения возникает необходимость в более эффективном производстве сельскохозяйственной продукции. Однако сокращение числа работников сельскохозяйственного сектора создает дефицит рабочей силы. В 2022 г. Всемирный банк сообщил, что доля людей, занятых в сельском хозяйстве, снизилась до 27 % от общего числа занятых по сравнению с 35 % в 2000 г. Этот тренд наблюдается в странах с различным уровнем экономического развития, что требует инновационных решений для поддержания роста сельского хозяйства на фоне демографических изменений.

Общие мировые тенденции, связанные с уменьшением численности сельского населения, присущи и для нашей страны. Снижение численности сельского населения в Республике Беларусь является результатом сложного взаимодействия демографических, экономических, социальных и экологических факторов, наблюдаемых на протяжении последних десятилетий. Ключевые причины этого явления и их взаимосвязь с процессами урбанизации, старения населения, трансформации аграрного сектора и изменениями в социальной структуре общества будут рассмотрены далее. В соответствии с данными Национального статистического комитета Республики Беларусь [3] прослеживается тенденция стабильного снижения численности сельского населения ежегодно. Графическое отображение процентного соотношения городского и сельского населения в республике представлено на рисунке 2.

Сельское хозяйство является одной из основных отраслей промышленности Республики Беларусь. Несмотря на данный факт, согласно статистическим данным в сельском хозяйстве задействовано только порядка 7 % занятых.

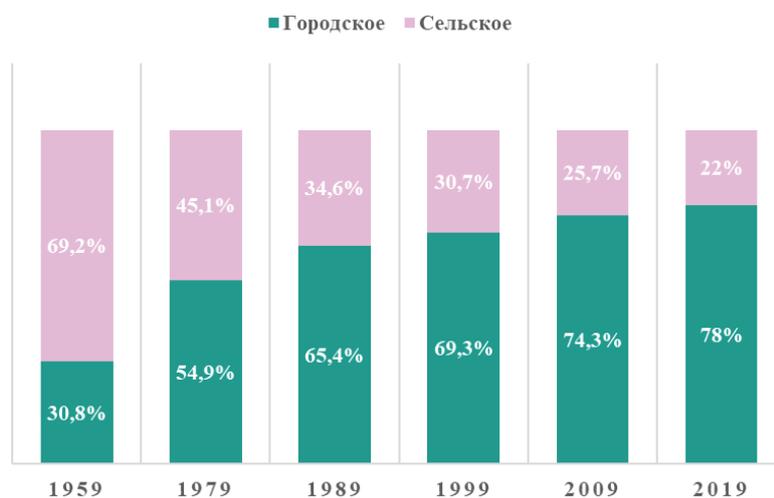


Рисунок 2 – Процентное соотношение городского и сельского населения в Республике Беларусь

Одной из основных причин сокращения численности сельского населения в Беларуси является интенсивный миграционный отток населения в города, вызванный процессами урбанизации. Согласно данным Белстата, уровень урбанизации в стране продолжает расти, что связано с несколькими факторами, которые представлены далее.

**Экономические стимулы.** Столица и областные центры предоставляют более широкий спектр трудовых возможностей, особенно в промышленности, сфере услуг, информационных технологиях и других высокотехнологичных отраслях. Молодежь и трудоспособные граждане, стремясь к улучшению экономического положения, покидают сельскую местность, где возможности трудоустройства ограничены в основном сельскохозяйственным сектором и сопутствующими отраслями.

**Доступ к качественным социальным услугам.** В городах значительно выше доступность и качество медицинских услуг, образовательных учреждений и других социальных институтов. В сельской местности часто наблюдаются проблемы с доступом к этим услугам, что также способствует миграции в города.

**Уровень жизни и инфраструктура.** Городская среда характеризуется более развитой инфраструктурой, включая транспортную систему, коммунальные услуги и культурные объекты, что делает ее более привлекательной для проживания, особенно для молодых семей.

Тенденция к миграции сельского населения в городскую среду несет за собой ряд негативных последствий для сельской местности и сельскохозяйственной промышленности. Ввиду отсутствия заинтересованности молодежи в работе в аграрном секторе, демографическая структура сельских районов смещается в сторону старения, что снижает общий уровень рождаемости и увеличивает долю пожилых людей в сельских населенных пунктах. Общее повышение среднего возраста сельского населения влечет за собой проблему снижения рождаемости.

Сокращение числа новых рабочих мест в сфере сельского хозяйства может быть связано с восприятием фермерства как карьеры с нестабильным доходом, особенно для молодых специалистов. Работа в сфере сельского хозяйства сопряжена с зависимостью видов и объемов проводимых работ от сезонности. Так, в теплое время года деятельность включает в себя большое количество полевых работ, что физически тяжело. На рисунке 3 представлен график численности работников, занятых в сельском хозяйстве.

Таким образом, для создания притока рабочей силы в агропромышленный сектор среди молодежи необходимо обеспечить, помимо базовых социальных и материальных гарантий, также возможность интеллектуального развития и взаимодействия с современными технологиями в процессе работы. Внедрение элементов автоматизации в физически тяжелые процессы в сельском хозяйстве позволит повысить привлекательность условий работы среди разных половозрастных групп населения.



Рисунок 3 – Численность работников, занятых в сельском хозяйстве Республики Беларусь

Автономные мобильные агрегаты для сельского хозяйства могут быть применены в качестве помощи или полной замены при выполнении физически тяжелых и монотонных работ, таких как посев, прополка, внесение удобрений или СХЗР и сбор урожая. Внедрение инновационных технологий точного земледелия позволит освободить работников от тяжелой сельскохозяйственной деятельности, предоставив им возможность сосредоточиться на качестве своей жизни.

Также стоит учесть, что традиционное сельское хозяйство часто полагается на накопленный опыт работников, что не способствует участию в основной деятельности молодых людей, которые не имеют достаточного опыта и отработанных инструментов методологии в сельском хозяйстве. Технологии точного земледелия, в свою очередь, базируются на непосредственно собранных данных. Для этих целей существует отдельная категория автономных мобильных агрегатов для сельского хозяйства, основной функцией которых является мониторинг состояния посевов и сбор различных типов данных в полевых условиях. Точное земледелие основано на преобразовании абстрактных явлений в описываемые, вычисляемые данные, что является благоприятной почвой для обучения молодых специалистов и устранения недостатка личного опыта. Также следует отметить, что наличие массива данных качественных и количественных характеристик состояния посевов является неотъемлемой составляющей базы для проведения научных и научно-технических исследований.

Внедрение автономных мобильных агрегатов в сельское хозяйство Республики Беларусь представляет собой значительную перспективу с точки зрения повышения производительности и эффективности аграрного сектора, адаптации к демографическим изменениям и ускорения технологической модернизации отрасли. Современные мировые тенденции в сельском хозяйстве указывают на необходимость интеграции инновационных технологий для обеспечения устойчивого роста производства, рационального использования ресурсов и уменьшения влияния человеческого фактора на производственные процессы. Для Беларуси это особенно актуально в условиях сложной демографической ситуации, сокращения сельского населения и постепенного старения рабочей силы.

Внедрение автономных мобильных агрегатов, таких, например, как роботизированные платформы для обработки почвы, посева, ухода за растениями и сбора урожая, способно коренным образом изменить текущую систему сельскохозяйственного производства. Во-первых, такие машины позволяют значительно снизить зависимость от человеческих ресурсов. Это особенно важно в сельской местности Беларуси, где численность населения сокращается, а аграрные предприятия сталкиваются с проблемой нехватки рабочей силы. Автономные устройства могут заменить ручной труд в таких задачах, как внесение удобрений, пестицидов, гербицидов, а также в проведении мониторинга состояния посевов и выполнения трудоемких операций по уходу за растениями. Внедрение таких технологий становится не просто желательным, но и необходи-

мым шагом для поддержания высокого уровня сельскохозяйственного производства. Во-вторых, автономные мобильные агрегаты способны повысить точность и эффективность аграрных операций. Современные роботизированные системы могут быть оснащены датчиками, системами искусственного интеллекта и машинного зрения, что позволяет им адаптироваться к конкретным условиям поля, осуществляя работы с высокой степенью точности. Это особенно важно для Беларуси, где оптимальное использование ресурсов – воды, удобрений и средств защиты растений – является важной задачей. Традиционные методы сельскохозяйственных операций зачастую связаны с перерасходом ресурсов или их неравномерным применением, что негативно сказывается как на экономической эффективности производства, так и на состоянии окружающей среды. Автономные системы могут минимизировать эти издержки за счет точечного внесения средств и точного контроля над каждым этапом работы, что в конечном итоге повышает урожайность и снижает производственные затраты.

Еще одной важной перспективой является сокращение рисков, связанных с человеческим фактором. В сельском хозяйстве нередко случаются ошибки, обусловленные усталостью работников, недостаточной квалификацией или нехваткой времени для качественного выполнения всех необходимых операций. Автономные системы способны работать непрерывно, обеспечивая стабильно высокое качество выполнения задач. Это особенно актуально в сезонные периоды, когда аграрные предприятия испытывают пиковые нагрузки и от своевременности выполнения работ зависит конечный результат. Автономные мобильные агрегаты могут работать как днем, так и ночью, обеспечивая максимальную производительность и сокращая временные затраты на выполнение операций.

Перспективы внедрения автономных систем также связаны с вопросом устойчивого развития и минимизации негативного воздействия сельского хозяйства на окружающую среду. Применение мобильных агрегатов позволяет снизить объем использования химических препаратов за счет их более точного дозирования и равномерного распределения. Это в свою очередь снижает риск загрязнения почв и водных ресурсов, что имеет важное значение для сохранения экосистемы Беларуси. Более того, такие технологии могут способствовать развитию методов органического земледелия, поскольку роботы способны обеспечить более точный и бережный уход за растениями без использования агрессивных химических средств.

Не менее важным аспектом является экономическая выгода от внедрения автономных мобильных агрегатов. Хотя первоначальные инвестиции в такие системы могут быть значительными, в долгосрочной перспективе они обеспечивают значительное сокращение эксплуатационных затрат за счет уменьшения потребности в рабочей силе, снижения издержек на удобрения, пестициды и топливо, а также за счет повышения общей эффективности производства. В условиях ограниченных ресурсов и усиливающейся конкуренции на международных аграрных рынках это может стать важным фактором для повышения конкурентоспособности белорусского сельского хозяйства.

Также стоит отметить, что внедрение автономных технологий в сельское хозяйство может способствовать привлечению молодежи в аграрный сектор. Современные автоматизированные системы создают новые возможности для квалифицированных специалистов в области инженерии, IT, анализа данных и управления высокотехнологичными производственными процессами. Это позволяет изменить восприятие сельского хозяйства как отрасли, связанной исключительно с тяжелым ручным трудом, и представить его в качестве перспективного направления, ориентированного на инновации и технологии. В условиях, когда белорусское сельское хозяйство испытывает нехватку квалифицированных кадров, это может стать важным шагом для решения проблемы дефицита рабочей силы.

Внедрение автономных мобильных агрегатов в сельском хозяйстве также открывает возможности для более активного использования данных и технологий искусственного интеллекта. Автономные мобильные агрегаты могут быть интегрированы в системы мониторинга сельскохозяйственных угодий, они способны анализировать состояние почв, уровни влажности, наличие вредителей и болезней. Это позволяет аграрным предприятиям более оперативно и точно принимать решения, основываясь на реальных данных, что в свою очередь повышает устойчивость

производства к внешним факторам, таким как погодные условия или изменения на рынках сельскохозяйственной продукции.

Интеграция автономных мобильных агрегатов в уже отработанный технологический процесс внесения СХЗР позволит оградить работников сельского хозяйства от непосредственного контакта с пестицидами.

Лабораторией механизации производства овощей и корнеклубнеплодов РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» ведется исследовательская работа в рамках НИР 1 «Создание прототипа мобильной роботизированной платформы для ухода за посадками овощных культур» задания 6.9 «Научное обоснование применения элементов цифровых технологий и роботизированных систем при возделывании овощей и картофеля» подпрограммы «Механизация агропроцессов и «точное» сельское хозяйство» ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» на 2021–2025 гг. по разработке автономной роботизированной платформы для внесения средств химической защиты растений в междурядья пропашных культур (рисунок 4).

В Республике Беларусь не имеется разработок, которые являются прямым аналогом указанной системы. По сравнению с традиционными средствами внесения средств химической защиты растений, мобильная роботизированная платформа имеет ряд экологических и экономических преимуществ:

- снижение пестицидной нагрузки на человека и окружающую среду;
- более эффективное использование пестицидов;
- возможность автономной работы в любое время суток.

Роботизированная платформа представляет собой сложную автономную систему, предназначенную для мониторинга за состоянием посевов различных культур и ухода за ними.

Платформа состоит из ходовой системы с электроприводом, аппаратно-программного обеспечения, функциональных модулей: системы мониторинга за состоянием посевов, оборудования для внесения средств химической защиты растений, навигационного оборудования.



Рисунок 4 – Внешний вид мобильной роботизированной платформы для внесения СХЗР

## **Заключение**

Перспективы внедрения автономных мобильных агрегатов в сельское хозяйство Республики Беларусь чрезвычайно широки и многообразны. Эти технологии помогут повысить производительность и экономическую эффективность аграрных предприятий, а также поспособствуют решению ряда ключевых социальных и экологических проблем, стоящих перед отраслью. В условиях продолжающейся урбанизации и демографических вызовов, с которыми сталкивается Беларусь, роботизация сельского хозяйства представляет собой стратегическое направление, способное обеспечить устойчивое развитие отрасли и повысить ее конкурентоспособность на мировых рынках.

## **Список использованных источников**

1. The Future of Food and Agriculture : офиц. сайт FAO (ООН). – 2024. – URL: <https://www.fao.org/publications/> (дата обращения: 20.08.2024).
2. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы : Указ Президента Респ. Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Минск, 1998–2024. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=P32000156> (дата обращения: 30.08.2024).
3. Беларусь в цифрах, 2024 : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск : Белстат, 2024. – 65 с.