

УДК 004:631:171

**РОЛЬ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Сильванович Валерий Иванович, к.э.н., доцент

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Silvanovich Valery Ivanovich, PhD in Economics,

Yanka Kupala State University of Grodno, vsilv@mail.grsu.by

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические аспекты и зарубежный опыт внедрения технологий дистанционного зондирования в аграрном секторе экономики. Раскрывается их важная роль в росте экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, дистанционные сенсоры, сельскохозяйственное производство, экономическая эффективность.

Дистанционное зондирование включает в себя комплекс технологий по сбору данных, которые могут быть эффективно применены для поддержки производителей сельскохозяйственной продукции. То есть, дистанционное зондирование заключается в использовании высокотехнологического оборудования для дистанционного и перманентного мониторинга массива информации с полей, пастбищ, ферм, зернотоков и т.д. Так, дистанционные сенсоры выступают в качестве интегральной части точного земледелия, целью которого является рост экономической эффективности сельскохозяйственного производства за счет использования аккумулируемых посредством этой технологии данных для управления локальными аграрными производственными системами.

Следует отметить, что в силу того, что большинство дистанционных сенсоров являются дигитальным оборудованием, собирающим большой массив данных, их потенциальное воздействие на сельскохозяйственное производство может быть значительно интенсифицировано за счет интеграции собранных дистанционными сенсорами данных в более крупные их базы. Несмотря на то, что дистанционные сенсоры могут применяться, в частности, для мониторинга генерации сельскохозяйственных культур и выявления аномалий в данном процессе, использование этой технологии может быть эффективнее при ее сочетании с информационно-коммуникационными системами, способными автоматически выявлять возникающие проблемы и предлагать практические и действенные рекомендации по их устранению.

Устройства дистанционного зондирования можно разделить на три типа: наземные, воздушные и космические.

1. Наземные сенсоры собирают данные применительно к местным условиям хозяйствования. Они могут быть встроены в технологическое оборудование, к примеру, сенсоры, аккумулирующие данные об урожайности сельскохозяйственных культур, или представлять собой автономные устройства, такие как мониторы состояния почвы и воды, сенсоры нормализованного вегетационного индекса, используемые для анализа здоровья, состояния и густоты растительности на базе спутниковых снимков. Ряд из этих сенсоров контролируются их производителями, в то время как другие, а именно: портативные сенсоры почвы, наземные лазерные сканеры, метеостанции, управляются третьей стороной. Важно отметить, что производители сельскохозяйственной продукции используют также смартфоны в качестве наземных сенсоров. Встроенные в смартфоны сенсоры и GPS-приемники существенно облегчают сбор определенного типа данных о природно-климатических условиях и местоположении. Наряду с этим исследователи, в том числе селекционеры, также получают выгоду от новой генерации наземных сенсоров. Так, высокопродуктивное цифровое фенотипирование растений применяет комбинацию спектральных камер и других сенсоров для получения данных, необходимых для селекции новых сортов сельскохозяйственных культур с прогрессивными параметрами [1].

2. До недавнего времени технология воздушных сенсоров, в первую очередь, аэрофотосъемка, представляла собой эксплуатацию малых летательных аппаратов, оснащенных таким инструментарием, как: GPS; активные оптические сенсоры лазерного определения точного расстояния до сельскохозяйственных объектов и построения их 3-D моделей; цифровые фотокамеры; мультиспектральные и тепловизионные камеры. Так, аэрофотосъемка позволяет получать изображения высокого разрешения, предоставляющие производителям сельскохозяйственной продукции информацию о сорняках на полях, дефиците воды и даже о месторасположении муравейников [2]. Данный тип съемки недоступен для большинства сельхозпроизводителей, хотя он находит достаточно широкое применение в государственных институтах и крупных агропромышленных организациях. В настоящее время коммерческая доступность беспилотных летательных аппаратов (БПЛА, или дронов) снимает ряд ограничений на применение аэрофотосъемки и, как итог, может предоставить гораздо большему числу производителей существенно более дешевую альтернативу самолетам.

3. В современных условиях ключевую роль в экономике, в том числе в сельском хозяйстве, играют космические устройства дистанционного зондирования (спутники). Все наземные или воздушные сенсоры, использующие GPS, полагаются на спутники для определения своей геолокации. Наряду с этим спутники оборудованы целым рядом других устройств визуализации и сенсорами. Различные спектральные диапазоны могут фиксировать разного рода информацию. К примеру, тепловое инфракрасное излучение может измерять температуру поверхности, тогда как зелёный диапазон может использоваться для оценки жизнеспособности растений. Спектральные диапазоны также предоставляют разные уровни информации о конкретных видимых физических объектах. Например, отличные спектральные диапазоны обеспечивают разный уровень детализации информации о садовых деревьях, начиная от идентификации объекта как дерева с помощью панхроматического (чёрно-белого) изображения и заканчивая указанием класса дерева и даже идентификацией конкретного вида с помощью коротковолнового инфракрасного изображения.

Важно указать, что, во-первых, не все спутники собирают данные во всех доступных спектральных диапазонах; во-вторых, только незначительный массив спутниковых данных становится общедоступным (например, данные Landsat). Частота, с которой спутник или группировка спутников могут обеспечивать полное покрытие земного шара, также различается, что, в свою очередь, воздействует на частоту сбора новых данных о конкретном месте. Так, спутникам Landsat 7 и Landsat 8 необходимо 16 дней для покрытия земного шара. Тем не менее, коммерческие организации, специализирующиеся на микроспутниках, такие как, к примеру, Planet Labs, стремятся обеспечить ежедневное покрытие всей суши мира. Во многих ситуациях для оценки спутниковых данных по-прежнему требуется определенный уровень квалификации и опыта. Однако эта ситуация динамично изменяется: достижения в спутниковых технологиях и интенсификация конкуренции позволяют даже мелким аграрным производителям получать информацию от спутниковых senso-

ров, относящуюся к их хозяйствам или, по крайней мере, к их географическому району, непосредственно на свои мобильные телефоны.

Тренд к созданию все более сложных и в ряде случаев миниатюрных дистанционных сенсоров, несомненно, сохранится в ближайшие десятилетия XXI века, а цены на многие из них продолжат снижаться. По экспертным оценкам, мировой рынок технологий дистанционного зондирования для ведения точного земледелия будет демонстрировать среднегодовой темп роста более 13 % в 20-е гг. XXI века [3].

Важно понимать, что, хотя технологии дистанционного зондирования становятся все более доступными для производителей сельскохозяйственной продукции, доступ к ним по-прежнему распределяется неравномерно. Большинство производителей, особенно мелкие хозяйства, скорее всего, выиграют от использования дистанционных сенсоров, встроенных в мобильные телефоны или доступных через них, хотя их применение будет частично зависеть от того, имеют ли сельхозпроизводители доступ к смартфонам, способным абсорбировать технологии дистанционного зондирования. По расчетам GSMA Intelligence, в 2014 г. 43 % населения развивающихся стран владели мобильными телефонами, а по прогнозам ожидается, что в 2020-е гг. эта цифра вырастет лишь до 55%. Однако за тот же период GSMA Intelligence прогнозирует рост числа владельцев смартфонов с примерно 25% до более чем 60%. Оба эти тренда являются позитивными, но четко показывают, что существенная часть населения останется без прямого доступа к мобильной связи.

Имеется высокая вероятность, что отдельные типы базовых наземных сенсоров и, возможно, даже небольшие беспилотные летательные аппараты могут оказаться в распоряжении мелких сельхозпроизводителей. Тем не менее в краткосрочной перспективе, скорее всего, большинство аграрных производителей будут иметь доступ к такого рода оборудованию в лучшем случае через посреднические организации.

Государство и ученые-исследователи могут потенциально получить существенные выгоды от достижений в сфере дистанционного зондирования, которые должны значительно увеличить массив доступных им точных сельскохозяйственных данных. Эти данные в сочетании с анализом больших баз данных могут детерминировать будущее сельскохозяйственных исследований, а также помочь правительству выработать более прецизионные меры государственной поддержки целевых групп аграрных производителей, таких как: убыточные сельскохозяйственные организации; крестьянские (фермерские) хозяйства; женщины, диверсифицирующие свою деятельность в аграрную продукцию в рамках личных подсобных хозяйств.

Для действенного внедрения технологий дистанционного зондирования в аграрном секторе экономики необходимо решить ряд политических вопросов, связанных с некоторыми из данных технологий, чтобы гарантировать, что выгоды от их применения можно будет получать, не подрывая более приоритетные интересы государства. Так, многие страны, в том числе с развитыми экономиками, до сих пор еще не решили юридические вопросы, связанные с использованием персональных беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве. Ряд из этих стран контролирует использование такого рода технологии с точки зрения национальной безопасности, в том числе в Республике Беларусь. Во многих странах также ограничивается использование спутниковых снимков. Так, до недавнего времени федеральное правительство США ограничивало продажу спутниковых снимков с разрешением менее 50 см. Эти ограничения были несколько смягчены, и теперь черно-белые изображения с разрешением до 25 см. а также цветные изображения с разрешением до 1 м. могут продаваться клиентам за пределами США [4].

В целом оценка воздействия дистанционного зондирования на устойчивое и эффективное развитие сельское хозяйство во многом детерминирована типом используемого сенсора и его функциональным назначением. По мнению экспертов, аграрные производители, использующие дистанционные датчики, прогнозируют рост экономической продуктивности, снижение затрат на производство, уменьшение негативного влияния сельскохозяйственной активности на окружающую среду.

Список использованных источников

1. Fahlgren, N. Lights. Camera, Action: High-Throughput Plant Phenotyping Is Ready for a Close-Up / N. Fahlgren, M. A. Gehan, I. Baxter // *Current Opinion in Plant Biology*. – 2015. – № 24. – P. 93–99.

2. Agricultural Aircraft Offer a Different View of Remote Sensing / U.S. Department of Agriculture // AgResearch Magazine. – 2005. – P. 20–21.
3. Global Precision Agriculture Market Analysis & Forecast (2015–2022) Technology (VRA, Soil Mapping, Yield Monitoring, Precision Irrigation, Others), Components and Systems // Research and Markets. – Dublin: BIS Research. 2014.
4. Ferster, W. U.S. Government Eases Restrictions on DigitalGlobe / W. Ferster // Space News [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spacenews.com/40874us-government-eases-restrictions-on-digitalglobe/>. – Дата доступа: 19.04.2026.