

---

**ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ / INNOVATION AND TECHNOLOGY**

---

**Методологические основы применения результатов проекта  
«Цифровая Земля» для решения задач народного хозяйства**

**Виктор Иванович Меденников<sup>1</sup>,  
Елена Викторовна Бутрова<sup>2</sup>**

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-010-00619 "Разработка методологии применения результатов проекта «Цифровая Земля» для решения задач народного хозяйства и модель прогноза экономического эффекта их применения в контексте цифровизации России".*

*В статье рассматриваются тенденции развития технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в контексте развития цифровизации мировой экономики, на основании чего предложены методологические основы применения результатов проекта «Цифровая Земля» для решения задач народного хозяйства. Показано, что совершенствование информационно-коммуникационных технологий, электронно-оптической съёмочной аппаратуры, формирование глобальных систем позиционирования дают возможность решать широкий круг задач в интересах многих отраслей, что требует в свою очередь привлечения существенно большего объема необходимой информации, как непосредственной отраслевой, так и информации из смежных отраслей. Значительный объем совместно используемой информации выдвигает ряд основных методологических условий, присущих цифровой экономике — требование интеграции как информационных отраслевых систем, так и информационных ресурсов на основе комплексного подхода. В работе приведены исследования по интеграции данных дистанционного зондирования Земли в растениеводстве с формированием единой ее онтологической модели для всего сельского хозяйства и смежных отраслей, использующих данные ДЗЗ. Рассмотрены причины отсутствия перехода к интеграционным технологиям ДЗЗ, как в отрасли, так и в стране.*

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, методология, интеграция, Цифровая Земля, модель.

**JEL коды:** E42, N15.

---

<sup>1</sup> Меденников Виктор Иванович — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, Вычислительный центр им. А. А. Дородницына, ФИЦ ИУ РАН, г. Москва, Россия.

<sup>2</sup> Елена Викторовна Бутрова — кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экономики экономического факультета РУДН, Москва, Россия.

## Введение

За прошедшие десятилетия в техническом и прикладном плане применение данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) достигло небывалого прогресса. Особенно это мы видим в последние годы, когда наблюдается качественный скачок: количество съемок, прежде всего с помощью оптико-электронной аппаратуры и программного обеспечения для обработки снимков, растет столь стремительно, что потенциальным пользователям трудно остановиться в выборе временной точки начала использования технологий ДЗЗ, будучи уверенными в появлении в ближайшем будущем более совершенных и дешевых технологий. Совершенствование этих технологий привело к активному внедрению данных ДЗЗ во многие отрасли человеческой деятельности со значительным расширением круга решаемых задач — от мониторинговых до автоматического принятия решений на основе искусственного интеллекта (Носенко & Лошкарев, 2019; Сыздыков, 2020).

Такая появившаяся возможность требует также и привлечения существенно большего объема необходимой информации, как непосредственно отраслевой, так и из смежных отраслей, что создает значительный объем ее пересечения. А для этого необходимо выполнить основное требование цифровой экономики — интеграцию как информационных отраслевых систем, так и пересекающихся информационных ресурсов на основе некоторых выработанных цифровых стандартов в результате либо рыночного взаимодействия экономических агентов, либо решений государственных органов.

Поскольку данные ДЗЗ начали активно применяться во многих отраслях экономики, таких как картография, экология, лесное и сельское хозяйство, обустройство земель, геология, логистика, строительство, трубопроводные системы, погода и климат, океанология и т.°д., то они должны постепенно приобрести статус инфраструктурных технологий общего назначения, идею которых впервые выдвинул Пол Дэвид (David, 1990). Таким образом, технологии ДЗЗ должны сыграть в мировом развитии ключевую роль, аналогично роли железных дорог, электрических сетей, телеграфной и телефонной связи. Поэтому в работе рассматриваются методологические основы применения результатов проекта «Цифровая Земля» в контексте движения технологий ДЗЗ к статусу инфраструктурных технологий общего назначения для решения задач народного хозяйства (Проект «Цифровая Земля», 2020).

## Применение ДЗЗ в различных отраслях экономики

Как уже отмечалось выше, основное требование цифровой экономики — интеграция как информационных систем (ИС), так и информации, используемой для решения ее задач. Данный процесс реализуется более быстрыми темпами в отраслях с незначительной долей материально-технических ресурсов и более структурированной информацией, например, в логистике (Взгляд в будущее, 2019; Логистика будущего, 2019), в государственных услугах, в банковской деятельности, в сфере связи и т. д. Это неизбежно произойдет и в технологиях ДЗЗ, данные которых необходимы потребителям по всей цепочке их использования. Для чего рассмотрим лишь те данные ДЗЗ в различных отраслях страны, которые используются в сельском хозяйстве с целью оценки уровня интеграции этих данных, поскольку в этой отрасли технологии ДЗЗ предполагают наибольшее развитие в силу пространственного

характера основной ее деятельности (Сутырина, 2013; Умное фермерство, 2020; Малышева, 2012).

2.1. *ДЗЗ в аграрной картографии.* Инвентаризация и картирование полей, мониторинг границ рабочих участков полей, решение задач установления границ землепользований и определение их площадей для последующей разработки систем ведения сельского хозяйства.

2.2. *ДЗЗ в метеорологии и климатологии в интересах сельского хозяйства.* Именно в этом направлении данные ДЗЗ начали применять первыми. На ранних этапах данные ДЗЗ использовались исключительно в этих целях на базе метеорологических спутников. Снимки из космоса дают картину строения облачного покрова и циркуляцию воздушных масс в нем с отображением территориального теплового баланса, изменения водяного состава в виде пара, температуры в атмосфере, состояния озонового слоя и массы других показателей (Ereshko, Kokuytseva, 2017).

2.3. *ДЗЗ в гидрологии.* Технологии ДЗЗ в этом случае остаются основой для мониторинга половодья и паводка; процессов снеготаяния, водосборов, водозаборов; контроля испарений, осадков, качества и запасов воды в почве и снеге; дают возможность прогнозировать гидрологические ситуации и т. д.

2.4. *ДЗЗ в лесном хозяйстве.* Технологии ДЗЗ в этой отрасли пересекаются с сельским хозяйством при мониторинге лесных массивов лесопосадок, раннего обнаружения пожаров, вредителей, заболеваний деревьев. Кроме того, в силу того, что растительные объекты в этих отраслях являются основными, то интеграция их может быть по инструментарию автоматизированного дешифрирования снимков растительного покрова на основе различных вегетационных индексов, например, наиболее известного индекса *NDVI*, отражающего количество активной биомассы.

2.5. *ДЗЗ в охране окружающей среды.* Поскольку антропогенный характер неблагоприятного воздействия людей на природу, на сельскохозяйственные угодья хорошо отслеживается на снимках ДЗЗ, то такая информация позволяет организовать соответствующий мониторинг, прогноз развития экологической ситуации с последующим принятием решения по минимизации последствий негативного воздействия.

2.6. *ДЗЗ при чрезвычайных ситуациях.* Технологии ДЗЗ в этом случае остаются основой для оперативного мониторинга, прогноза и оценки последствий чрезвычайных ситуаций при наводнениях, землетрясениях, что позволит принять более грамотное решение по борьбе с последствиями этих бедствий.

### **Необходимость интеграции данных ДЗЗ различных отраслей экономики**

Проанализируем, как используются рассмотренные выше отраслевые данные ДЗЗ в задачах сельского хозяйства. На рис. 1 представлена единая онтологическая информационная модель растениеводства на основе интеграции 240 функциональных задач только в растениеводстве, полученная в результате реализации проекта «Электронизация сельского хозяйства», аналогичного современному проекту по цифровой экономике, объединенными усилиями ведущих НИИ РАСХН (Меденников, 2018).

Так, метеорологические данные ДЗЗ представлены в 168 атрибутах раздела «Атмосфера» и в 46 — «Агрометеорологическая характеристика поля». На сегодняшний день метеорологические данные получают не только из космоса и с летательных аппаратов, но и от автоматических метеостанций, устанавливаемых на полях с набором

специализированных датчиков, позволяющих измерять такие параметры: направление и скорость ветра; температуру и влажность воздуха; количество осадков; точку росы; солнечную радиацию; коэффициенты испарения. ДЗЗ в аграрной картографии отражается в разделе «Земля», в котором в подразделе «Поле» имеется 29 атрибутов и в подразделе «Участок» — 43 атрибута.



Рис. 1. Укрупненная концептуальная схема растениеводства.

Источник: Меденников, 2018.

Гидрологические данные ДЗЗ имеют пересечение с атрибутами разделов «Атмосфера» и «Земля». Самые распространенные датчики в сельском хозяйстве — это сенсоры влажности почвы, их применяют сельхозпроизводители, которые выращивают культуры на орошении. Датчик влажности не только покажет запас продуктивной влаги, но и даст необходимую информацию для управления ирригацией и т. д. Остальные отрасли в той или иной мере также имеют пересечения в части атрибутов с этими же разделами.

### Анализ проблем интеграции данных ДЗЗ

Большой интерес к точному земледелию (ТЧЗ) на основе технологий ДЗЗ в развитых странах продиктован все более усложняющимися и дорогими традиционными технологиями повышения эффективности и качества продукции сельского хозяйства, подобно возрастанию уровня сложности майнинга каждого нового биткоина (Бутрова и др., 2019). Так, предсказывается снижение до 20% на гектар топлива, семян, удобрений (Точное земледелие, 2020). В России же предел традиционных факторов повышения экономических показателей еще не скоро будет достигнут. Поэтому цифровизация отрасли рассматривается как один из ряда других факторов: выведение более продуктивных сортов растений, изобретение более энергоэффективной сельскохозяйственной техники, создание оптимальной агротехнологической системы ведения сельского хозяйства, появление эффективных средств защиты и питания растений.

По этой причине во время совещания В. В. Путина по проблемам сельского хозяйства, состоявшегося 25.05.2020 г., не прозвучало даже упоминания о цифровизации отрасли. Сегодня в АПК, как и во всей национальной экономике, доминирует «позадачный» метод разработки и внедрения программного обеспечения, когда у различных производителей приобретаются отдельные, так называемые «готовые» программные комплексы, не связанные ни функционально, ни информационно.

На основании указанных причин Минсельхоз в концепцию национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство», разработанную в 2019 г., заложил вновь «позадачный» подход в виде перечня подплатформ, состав которых и определяет саму платформу: подплатформа сбора статистических данных агропромышленного комплекса, подплатформа обеспечения информационной поддержки и предоставления услуг, подплатформа цифрового землепользования и землеустройства, подплатформа хранения и распространения информационных материалов, подплатформа прослеживаемости продукции АПК, подплатформа агрометеопрогнозирования, сервис многофакторного оперативного мониторинга, диагностики и упреждающего моделирования развития болезней сельскохозяйственных культур.

### Выводы

Переход к интеграции информационных ресурсов ДЗЗ в интересах сельского хозяйства и смежных отраслей на основе комплексного подхода создаст условия для превращения ДЗЗ в систему научно-обоснованных инфраструктурных технологий для всей страны с существенным повышением эффективности их использования.

### Список литературы

1. David P. A. (1990) The dynamo and the computer: an historical perspective on the modern productivity paradox, *The American Economic Review*, American Economic Association. Vol. 80(2). Pp. 355–361.
2. Ereshko A. F., Kokuytseva T. V. (2017) Computable models of the cooperation of digital economies / *Proceedings of 2017 10th International Conference Management of Large-Scale System Development, MLSD 2017 10*. 2017. P. 810–617.
3. Бутрова Е. В., Меденников В. И., Кокуйцева Т. В., Ковков Д. В. (2019) Теоретические основы применения геоинформационных систем в сельском хозяйстве // *Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ*. Т. 171. № 4. С. 53–64. [Butrova E. V., Medennikov V. I., Kokuytseva T. V., Kovkov D. V. (2019) Theoretical bases of application of geoinformation systems in agriculture // *Questions of electromechanics. Proceedings of VNIIEМ*. Vol. 171. No. 4. Pp. 53–64. (In Russian).]
4. Взгляд в будущее: логистика 2013–2050 (2019) URL: <http://brainteam.ru/vzglyad-v-budushhee-logistika-2013-2050/>. [Looking to the future: logistics 2013–2050 (2019). (In Russian).]
5. Логистика будущего: мечты или реальность? (2019) URL: [https://new-retail.ru/business/logistika\\_budushchego\\_mechty\\_ili\\_realnost9611/](https://new-retail.ru/business/logistika_budushchego_mechty_ili_realnost9611/). [Logistics of the future: dreams or reality? (In Russian).]



6. Малышева Н. В. (2012) Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений. М.: МГУЛ, 154 с. [Malysheva N. V. (2012) Automated decoding of aerospace images of forest plantations, Moscow: MGUL, 154 p. (In Russian).]
7. Меденников В. И. (2018) Единое информационное Интернет-пространство АПК на основе идей А.И. Китова и В.М. Глушкова об ОГАС. Цифровая экономика. № 3. С. 69–74. [Medennikov V. I. (2018). Unified information Internet space of the agro-industrial complex based on the ideas of A. I. Kitov and V. M. Glushkov about OGAS. Digital economy, No. 3, Pp. 69–74. (In Russian).]
8. Носенко Ю. И., Лошкарев П. А. (2019) ЕТРИС ДЗЗ — проблемы, решения, перспективы (Часть 1). URL: <https://geomatica.ru/clauses/304/> [Nosenko Yu. I., Loshkarev P. A. (2019) ETRIS remote sensing-problems, solutions, prospects (Part 1). (In Russian).]
9. Проект «Цифровая Земля» (2020) URL: <https://www.rosocosmos.ru/23571/> [The Project «Digital Earth». (In Russian).]
10. Сутырина Е. Н. (2013) Дистанционное зондирование земли. Иркутск, изд-во ИГУ. [Sutyryna E. N. (2013) Remote sensing of the earth. Irkutsk, publishing house of Irkutsk state University. (In Russian).]
11. Сыздыков Б. Ш. (2020) Интеграция сельского хозяйства в цифровую индустрию: зарубежный опыт и Казахстан. URL: <http://www.rusnauka.com/pdf/251762.pdf> [Syzdykov B. Sh. (2020) Integration of agriculture into the digital industry: foreign experience and Kazakhstan. (In Russian).]
12. Точное земледелие: принцип работы и перспективы (2020). URL: <https://сельхозпортал.рф/articles/tochnoe-zemledelie/> [Precision farming: principle of operation and prospects (2020). (In Russian).]
13. Умное фермерство: Обзор ведущих производителей и технологий (2020). URL: <http://geoline-tech.com/smartfarm/> [Smart farming: Overview of leading manufacturers and technologies (2020). (In Russian).]
14. Шкваря Л. В. (2013) Индонезия и космос // Азия и Африка сегодня. № 9 (674). С. 45–48. [Shkvarya L. V. (2013) Indonesia and the cosmos // Asia and Africa today. No. 9 (674). Pp. 45–48. (In Russian).]

## **Methodological basis for applying the results of the Digital Earth project to solve the problems of the national economy**

***Viktor Ivanovich Medennikov,***

*Computer Center of A.A. Dorodnitsyn of FRC «Computer Science and Control» of RAS,  
Moscow, Russia*

***Elena Viktorovna Butrova,***

*PhD (Technical Sciences), associate Professor, Department of applied Economics, faculty of  
Economics, RUDN University, Moscow, Russia.*

*The research was carried out with the financial support of the RFBR in the framework of the scientific project No. 19-010-00619 "Development of a methodology for applying the results of the Digital Earth project to solve problems of the national economy and a model for predicting the economic effect of their application in the context of digitalization of Russia".*

*The article examines the trends in the development of remote sensing technologies in the context of the development of digitalization of the world economy, on the basis of which the methodological basis for applying the results of the Digital Earth project to solve the problems of the national economy is proposed. It is shown that the improvement of information and communication technologies, electronic-optical survey equipment, and the formation of global positioning systems make it possible to solve a wide range of tasks in the interests of many industries, which in turn requires attracting a significantly larger amount of necessary information, both direct industry and information from related industries. A significant amount of shared information puts forward a number of basic methodological conditions inherent in the digital economy—the requirement to integrate both information industry systems and information resources on the basis of an integrated approach. The paper presents research on the integration of remote sensing data in crop production with the formation of a single ontological model for the entire agriculture and related industries that use remote sensing data. The reasons for the lack of transition to integrated remote sensing technologies, both in the industry and in the country, are considered.*

**Keywords:** *remote sensing of the Earth, methodology, integration, Digital Earth, model.*

**JEL codes:** *E42, N15.*