

# ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЗЗ ДЛЯ РЕШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕВЫХ ЗАДАЧ И ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

*Бутрова Елена Викторовна,  
Меденников Виктор Иванович,  
Скляр Алексей Евгеньевич,*

*Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), по определению, представляет собой процесс по бесконтактному сбору информации о некоторых объектах, территориальных образованиях или событиях с космических аппаратов, наземных комплексов средств ДЗЗ, беспилотных летательных аппаратов с размещением на них и использованием оптико-электронных средств видео и радионаблюдения. Все эти виды ДЗЗ в чем-то конкурируют, в чем-то дополняют друг друга, постоянно совершенствуясь.*

*В рамках настоящей статьи авторами показаны различные направления применения технологий ДЗЗ для решения тех или иных народнохозяйственных задач (в метеорологии и климатологии, сельском хозяйстве, океанологии, гидрологии, городском и региональном управлении и т.д.). Показано, что в настоящее время космос становится все ближе к решению земных задач, с которыми человек сталкивается ежедневно.*

*Вместе с тем, учитывая, что в основе решения любой народнохозяйственной задачи – экономика, авторы рассматривают проблемы оценки экономического эффекта применения ДЗЗ. В заключение авторы делают вывод о том, что положительный экономический эффект, обусловленный применением технологий ДЗЗ, достигим только в тех странах и отраслях экономики, где сформирована необходимая для их применения информационно-коммуникационная инфраструктура, достигнут пороговый уровень развития информационно-коммуникационных технологий.*

**Ключевые слова:** *Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), особенности ДЗЗ, экономический эффект ДЗЗ, технологии ДЗЗ, применение ДЗЗ.*

**JEL-коды:** *O12, O13.*

В данной статье будем пользоваться данными из монографии Е.Н.Сутырина<sup>1</sup>. Технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) представляют существенные преимущества перед прочими средствами для формирования карт: эффект масштаба (глобальный охват обширных территорий с возможностью обзора небольших участков, что позволяет составлять карты абсолютно разного масштаба); динамическое картографирование и возможность качественного мониторинга динамических процессов; картографирование труднодоступных территорий в горах, заполярье, болотах, лесах, пустынях, льдах; появление новых средств отображения карт вместо бумажного представления – фотокарт; наглядное представление на одном снимке всех видов территориальных ландшафтов.

---

<sup>1</sup> Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование земли. Иркутск, изд-во ИГУ, 2013.

## **Использование технологий ДЗЗ на основе космических аппаратов (КА) в метеорологии и климатологии**

В метеорологии технологии ДЗЗ на основе КА применяются намного раньше, чем в иных методах исследования Земли. До 1970-х гг. снимки из космоса использовались именно в этих целях с использованием метеорологических спутников. Данные снимки впервые в науке показали строение облачного покрова и циркуляцию атмосферы в нем. Сейчас КА поставляют большой объем данных по тепловому балансу планеты. Различные КА ведут постоянный контроль за водяным паром, температурой в атмосфере, озоновым слоем и еще множеством других показателей. Метеорологические КА положили, фактически, кардинально новое развитие климатологии.

### **Использование технологий ДЗЗ на основе КА в океанологии**

Технологии ДЗЗ на основе КА дают возможность наблюдать процессы и явления морских просторов в масштабном характере в отличие от наблюдений отдельных точек. Более того, тепловой ИК-диапазон съемок поверхности морских территорий позволил регистрировать глобальное распределение температур с визуализацией морских течений в морях и океанах. Технологии ДЗЗ на основе КА позволили составить топографию поверхности дна с формированием карты с точностью 2–3 см. Спектрометры цветового индекса, подобного нормализованному относительному индексу растительности в сельском хозяйстве, фиксирующего концентрацию хлорофилла, фиксируют состояние фитопланктона, необходимого для прогноза продуктивности океанов. Технологии ДЗЗ дают возможность вести также мониторинг состояния льдов, загрязнение океанов и морей.

### **Применение данных ДЗЗ в гидрологии**

Данные ДЗЗ в гидрологии позволяют: мониторить половодья и паводки, ледовую ситуацию водных объектах, процессы снеготаяния; дешифровать реки, болота, озера; выявлять водосборы и водозаборы; контролировать испарения и осадки, качества и запасов воды; оценивать запасы воды в снеге; моделировать гидрологические ситуации. Данные ДЗЗ на основе КА отслеживают негативные явления в реках, озерах, водохранилищах для дальнейшего прогноза возможного ущерба.

### **Применение данных ДЗЗ в сельском хозяйстве**

Наибольшее развитие технологии ДЗЗ из всей социально-экономической сферы нашли в сельском хозяйстве. Здесь можно выделить следующие области применения технологий ДЗЗ:

- кластеризация основных культивируемых растений;
- мониторинг состояния посевов во всех фенофазах их развития с последующим прогнозом урожая в различных количественных и качественных срезах, мониторинг состояния пастбищ;

- выявление и прогноз неблагоприятных факторов в виде вымерзания озимых, наступления засухи, появления болезней, вредителей, в том числе и на пастбищах, чрезмерного внесения различных химических средств от удобрений до пестицидов;
- мониторинг, выявление и прогноз динамики распространения эрозии полей, их заболачивания, прочих показателей снижения плодородия почвы;
- оперативный учет качества и своевременности осуществления сельскохозяйственных операций в соответствии с технологическими картами и сопоставление севооборотных показателей посевных площадей на богаре и поливных землях;
- мониторинг эксплуатации пастбищ для контроля за балансом прироста травы и ее поедания пасущимся скотом.

Сельское хозяйство, пожалуй, единственная отрасль, где встречается симбиоз данных ДЗЗ, как с космических аппаратов, так и с беспилотных летательных аппаратов, с наземных средств ДЗЗ в виде «точного земледелия». Суть его заключается в виде интеграции новых агротехнологий с возможностью высокоточного позиционирования проведения агротехнических мероприятий на полях с дифференцированной химико-технической характеристикой каждого участка на основе цифровизированных, высокоэффективных и экологически безопасных технических и агрохимических средств. В результате, точное земледелие позволяет получать с каждого такого оцифрованного участка поля оптимальное количество в некотором множестве Парето-оптимальных технологий качественной и дешевой продукции за счет создания соответствующих условий роста и развития культур а пределах границ экологической безопасности.

### **Применение данных ДЗЗ в лесном хозяйстве**

Технологии ДЗЗ в части лесного хозяйства применяются при мониторинге лесных массивов для выяснения типов деревьев, их ценности с распределением по территориям, для последующего выяснения запасов лесоматериалов, а также потерь, причиненных лесными пожарами, неконтролируемыми вырубками. В нашей стране актуальной проблемой является раннее обнаружение лесных пожаров, вредителей, заболеваний деревьев.

### **Применение данных ДЗЗ в задачах городского и регионального управления**

Здесь можно отметить следующие задачи, решаемые при помощи технологий ДЗЗ:

- мониторинг и прогноз динамики территориальных изменений в городах, населенных пунктах с рекомендациями, в случае необходимости, проведения кадастровых и картографических работ;

- мониторинг и прогноз динамики экологических нарушений на отдельных участках по широкому спектру показателей, например, в почве, воздухе, водоемах и т.д.;
- мониторинг за промышленным использованием природных ландшафтов, их рекультивацией в случае необходимости;

- мониторинг несанкционированного появления свалок, организованных населением и предприятиями;

- мониторинг за состоянием инфраструктуры городов, населенных пунктов в части строительных работ, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства.

## **Применение данных ДЗЗ для охраны окружающей среды**

Многие виды человеческого воздействия на природную среду хорошо просматриваются на снимках ДЗЗ, отображающих как хозяйственную деятельность человека, так всевозможные, в том числе, что важно, неблагоприятные последствия этого воздействия на природу. Такая возможность позволяет организовать контроль отрицательного влияния путем создания экологических баз данных территорий и организовать оперативное управление по сглаживанию негативного воздействия на основе прогноза развития экологической картины.

## **Применение данных ДЗЗ при чрезвычайных ситуациях**

Оперативный мониторинг чрезвычайных ситуаций при наводнениях, пожарах, землетрясениях, разливами нефтепродуктов дает временной и информационный лаг для более грамотной организации работ по борьбе с последствиями этих бедствий. Технологии ДЗЗ при интеграции их с накопленными научными данными НИУ соответствующего профиля благодаря нацеленности наблюдений за наиболее опасными местами, большому охвату и периодичности съемок с КА позволяют спрогнозировать вероятность возникновения указанных катастроф с определением некоторого диапазона времени начала и возможных сценариев развития чрезвычайных ситуаций.

## **Проблемы оценки экономического эффекта применения данных ДЗЗ**

Анализ опыта использования данных ДЗЗ в различных отраслях экономики России позволяет выделить следующие проблемы, влияющие на оценку экономического эффекта применения данных ДЗЗ.

### *1. Стоимостные характеристики по этапам получения данных ДЗЗ*

Рассмотрим комплекс факторов, влияющих на экономическую эффективность использования данных ДЗЗ. К плюсам эффективности можно отнести то, что для съемок не имеет значение, снимать ли труднодоступные и опасные участки, либо хорошо обжитые районы, то есть почти любое место Земли подлежит исследованию. В отличие от наземного исследования не нужна организация таких работ со значительными затратами времени и средств на согласование с региональными и международными инстанциями, с набором соответствующего коллектива специалистов, объединенного в экспедиции и т.д. Масштабируемость исследований ДЗЗ, при которых площадь снимка может колебаться, в зависимости от решаемых задач, от нескольких до сотен тысяч квадратных километров, приводит к значительному снижению (в десятки раз) стоимости исследований на один кв. км. относительно наземных методов. К минусам эффективности можно отнести то, что до сих пор, несмотря на появление конкуренции в части коммерческого использования спутников, удешевления компонентной базы, еще высока стоимость разработки и запуска в космос спутников – свыше \$100млн., что существенно влияет на стоимость снимков<sup>2</sup>. На стоимость

---

<sup>2</sup> Лобовиков А.О., Ивенских О.В. Экономическая эффективность дистанционного зондирования Земли для экологического мониторинга // Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики. – 2013. - № 1. - С. 590.

вливают и расходы на создание и поддержание большого числа наземных станций приема информации со спутников с широкой инфраструктурой, обеспечивающей дальнейшую обработку, сохранение и передачу потока данных от спутника далее заинтересованным органам, с многочисленным штатом специалистов, поддерживающих работу спутника.

Полученные данные от КА подвергаются обработке: преобразованию исходных снимков в некую стандартную форму с дальнейшей привязкой к местности, физическим величинам, например, времени, и геометрической коррекцией снимков. Далее, в соответствии с поставленными целями, отраслевой направленностью данных происходит дешифрирование и визуализация их различными методами и средствами<sup>3</sup>. На рынке цена таких средств в виде пакетов геоинформационных систем доходит до 60 тысяч долларов.

К минусу можно отнести и то, что российский сегмент КА ДЗЗ незначителен, поэтому данные ДЗЗ на российский рынок попадают в основном с Запада, что еще более повышает их стоимость. В такой ситуации необходимо тщательно взвешивать возможность приобретения зарубежных данных ДЗЗ, порой не имея необходимой инфраструктуры для их качественного использования в практических задачах.

Например, для решения некоторых задач мониторинга окружающей среды, требующих пространственных данных с больших территорий, данные ДЗЗ с КА в сравнении с наземными методами ДЗЗ являются более выгодными, поскольку цена одного снимка с КА колеблется от \$300 до \$2500, а цена наземного мониторинга этой же местности оценивается в \$4000. На это накладывается еще и фактор времени выполнения работ.

## *2. Отсутствие комплексного подхода к получению данных ДЗЗ*

Как отмечалось выше, российский сегмент КА ДЗЗ незначителен, поэтому наземные системы приема, обработки, хранения и передачи данных от КА ДЗЗ также недостаточно развиты и состоят из разнородных ведомственных, несвязанных между собой центров, с устаревшими программно-техническим оснащением, неспособным принимать и обрабатывать большие объемы информации от перспективных КА. Рядом исследователей<sup>4</sup> показано, что в такой ситуации в силу ограниченной возможности получения данных ДЗЗ при попытке решения нескольких задач на уровне региона в целом с учетом характеристик областей, входящих в регион, использование данных ДЗЗ оказалось крайне проблематичным.

Приведенный пример показал, что существующие методы и формы получения данных ДЗЗ для отечественных заказчиков отличаются невысокой оперативностью исполнения заказов на данные ДЗЗ, отсутствием нужной полноты, достоверности и надежности их исполнения, а также слабую тематическую обработку. Нет доступа и к архивным данным ДЗЗ в силу их размытости по ведомствам и отсутствия их интеграции. Все это в совокупности существенно снижает эффективность использования имеющейся информации ДЗЗ, снижает интерес российских и зарубежных заказчиков к ее коллекции. Выход видится в комплексном подходе к данной проблеме, решение которой видится в координации работы всех созданных различными ведомствами указанных выше центров, в их согласованном функционировании, интеграции информационных массивов данных ДЗЗ на единой цифровой платформе.

---

<sup>3</sup> Лобовиков А.О., Ивенских О.В. Экономическая эффективность дистанционного зондирования Земли для экологического мониторинга // Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики. – 2013. - № 1. - С. 592.

<sup>4</sup> Ивченко В.В., Борониллов А.В. О концепции нормативной экономической эффективности использования ГЛОНАСС в приморских регионах // Балтийский регион. – 2011. - №4(10). – С.79-85.

### *3. Пороговые значения экономического эффекта применения данных ДЗЗ*

Как видно из приведенных выше фактов, на эффективность применения данных ДЗЗ существенное влияние оказывают уровень и условия использования программно-технических средств ДЗЗ. В мире были проведены всесторонние исследования об условиях влияния ИКТ на общественно-экономическую жизнь в разных странах. Обзор этих исследований приведен в работе А.А.Акаева, А.И.Рудского<sup>5</sup>. Сегодня уже многие специалисты считают, что ИКТ вносят существенный вклад в повышение производительности и экономической эффективности труда. В период же становления отрасли информатизации экономисты, исследовавшие влияние информатизации в виде ИКТ на рост производительности труда в различных отраслях, применявших ИКТ, заметили лишь незначительные темпы ее увеличения. На основе этих выводов даже сейчас некоторые руководители национального исследовательского университета по информатике делают заключение об убыточности ИКТ, ее вреде, а, следовательно, и вреде цифровизации России, в частности, АПК. Из обзора же указанной статьи (Акаева, А.А., Рудского А.И., 2017) обширных исследований самыми современными математическими методами следует ряд важных выводов о значении и условиях влияния информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на экономическую эффективность общественного производства.

ИКТ вносят вклад в повышение производительности и экономической эффективности труда, но лишь при определенном уровне развития ИКТ, преодолении некоего порога состояния всей инфраструктуры, критической массы ИКТ.

Имеется временной лаг между началом вложений средств в ИКТ и началом положительной реакции на эти вложения в виде влияния ИКТ на экономическую эффективность. Вывод следует такой – для получения ощутимого эффекта от внедрения ИКТ необходим системный подход к стратегии внедрения ИКТ, выверенное и рассчитанное их внедрение в деятельность организаций с балансировкой всех факторов их инфраструктуры.

Для организаций, регионов, государств, у которых недостижим пороговый уровень развития ИКТ, так называемый индекс ИКТ, экономическую эффективность ждать не стоит. Кроме вреда и разочарований это ничего не принесет.

Все перечисленные выводы, соответственно, относятся и к технологиям ДЗЗ.

*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».*

---

<sup>5</sup> Акаев А.А., Рудской А.И. Конвергентные ИКТ как ключевой фактор технического прогресса на ближайшие десятилетия и их влияние на мировое экономическое развитие // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. - Vol. 5, №. 1. - P. 1-18

## Список литературы

1. Носенко Ю. И., Лошкарев П. А. (2019). ЕТРИС ДЗЗ — проблемы, решения, перспективы (часть 1) // Геоматика. – 2010. - №3(8). [Электронный ресурс]. URL: <https://geomatika.ru/clauses/304/>
2. Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование земли. Иркутск, изд-во ИГУ, 2013.
3. Лобовиков А.О., Ивенских О.В. Экономическая эффективность дистанционного зондирования Земли для экологического мониторинга // Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики. – 2013. - № 1. - С. 590-596.
4. Atfarm [Электронный ресурс]. URL: <http://www.at.farm>
5. Ивченко В.В., Борониллов А.В. О концепции нормативной экономической эффективности использования ГЛОНАСС в приморских регионах // Балтийский регион. – 2011. - №4(10). – С.79-85.
6. Меденников В.И. Единое информационное Интернет-пространство АПК на основе идей А.И. Китова и В.М. Глушкова об ОГАС // Цифровая экономика. – 2018. - № 3. - С. 69-74.
7. Ерешко Ф.И, Меденников В.И., Сальников С. Г. (2016). Проектирование единого информационного Интернет-пространства страны // Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. – 2016. - №6. - С. 184-187.
8. Кузнецов В.А., Деревин В.В., Бледных И. А. (2016). Анализ рынков беспилотных летательных аппаратов и радиолокационных данных ДЗЗ // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. LXIII междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск: СибАК. - 2016. - №10(58). - С. 7-20.
9. Акаев А.А., Рудской А.И. Конвергентные ИКТ как ключевой фактор технического прогресса на ближайшие десятилетия и их влияние на мировое экономическое развитие // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. - Vol. 5, №. 1. - P. 1-18.
10. Взгляд в будущее: логистика 2013-2050 [Электронный ресурс]. URL: <http://brainteam.ru/vzglyad-v-budushhee-logistika-2013-2050/>
11. Логистика будущего: мечты или реальность? [Электронный ресурс]. URL: [https://new-retail.ru/business/logistika\\_budushchego\\_mechty\\_ili\\_realnost9611/](https://new-retail.ru/business/logistika_budushchego_mechty_ili_realnost9611/)
12. Меденников В.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. Экономико-математическое моделирование сценариев информатизации сельского хозяйства // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. - № 4. - С. 23-27.
13. В России снизилась доля убыточных организаций в 2016 году [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20170303/1489244740.html>
14. Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Огневцев С.Б. (2018). Системный анализ в АПК и Н.Н. Моисеев // Труды института системного анализа Российской академии наук. – 2018. – Т. 68. - №2. - С. 22-25.

# FEATURES OF APPLICATION OF EARTH'S REMOTE SENSING TO SOLVE DIFFERENT INDUSTRIAL TASKS AND THE PROBLEMS OF EVALUATION OF ITS ECONOMIC EFFECT

**Butrova Elena Viktorovna,**

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6

**Medennikov Viktor Ivanovich,**

Computing Center of A.A. Dorodnitsyna,  
Federal research center "Informatics and Management" RAS  
119333, Moscow, Vavilova, 44, building 2

**Sklyarov Alexey Evgenievich,**

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6

*Earth remote sensing is a process for contactless collection of information about objects, territorial entities or events from spacecraft, ground systems for remote sensing, unmanned aerial vehicles with the placement on them and the use of optical-electronic video and radio. All these types of remote sensing compete, complement each other or constantly improve each other.*

*The authors show various areas of application of remote sensing technologies for solving various economic problems (in meteorology and climatology, agriculture, oceanology, hydrology, urban and regional management, etc.). It is shown that at present the space is getting closer to solving the earthly tasks that a person faces daily.*

*At the same time, given that the basis of the solution of any national economic problem is the economy, the authors consider the problems of evaluating the economic effect of the use of remote sensing data. In conclusion, the authors conclude that a positive economic effect due to the use of remote sensing technologies is achievable only in those countries and sectors of the economy where the information and communication infrastructure necessary for their use has been reached, a threshold level of development of information and communication technologies has been reached.*

**Keywords:** *remote sensing, features, economic effect, remote sensing technology, the use of remote sensing.*

**JEL-codes:** *O12, O13.*