

## **Методологические основы эффективного применения технологий дистанционного зондирования Земли в России**

**Меденников Виктор Иванович,**

*Вычислительный центр им. А.А. Дородницына, ФИЦ ИУ РАН,  
119333, Москва, Вавилова, д.44, кор.2,*

**Бутрова Елена Викторовна,**

*Российский университет дружбы народов,  
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6*

*Статья посвящена исследованию методологических основ эффективного применения технологий дистанционного зондирования Земли с позиции одного из перспективных направлений развития цифровой трансформации экономики в различных странах в виде формирования системы управления информацией в форме, адаптированной к повседневной деятельности организаций, повсеместной интеграции разрозненных данных в единую систему. Значительный объем совместно используемой информации выдвигает ряд основных методологических условий, присущих цифровой экономике – требование интеграции информационных ресурсов на основе комплексного подхода и некоторых выработанных цифровых стандартов в условиях соблюдения установленных пропорций основных активов производственных предприятий в современной экономике. Для чего предложена математическая модель проектирования оптимальной цифровой платформы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Дается анализ результатов формирования данной цифровой платформы.*

**Ключевые слова:** *дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), эффективность, математическая модель.*

**JEL коды:** *O12, O13.*

# **Methodological foundations of the effective use of remote sensing technologies in Russia**

*Medennikov Victor Ivanovich,*

*Computing Center of A.A. Dorodnitsyna,*

*Federal research center "Informatics and Management" RAS*

*119333, Moscow, St.Vavilova, 44, building 2*

*Butrova Elena Viktorovna,*

*Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

*117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6*

*The article is devoted to the study of the methodological foundations of the effective use of remote sensing technologies from one of the most promising directions of the digital transformation of the economy in different countries in the form of an information management system adapted to the daily activities of organizations, the widespread integration of disparate data into a single system. A significant amount of shared information is put forward by a number of basic methodological conditions inherent in the digital economy - the requirement to integrate information resources on the basis of an integrated approach and some developed digital standards in compliance with the established proportions of the main assets of manufacturing enterprises in the modern economy. So, a mathematical model of designing an optimal digital platform for remote sensing of the Earth is proposed. The analysis of the results of the formation of this digital platform is performed.*

**Keywords:** *Earth remote sensing, efficiency, mathematical model.*

## **Введение**

Анализ опыта цифровой трансформации в мире позволил выделить ряд перспективных направлений развития цифровой трансформации экономики в различных странах, которые в зависимости от обладания финансовыми, трудовыми, материально-техническими ресурсами, социальным капиталом делают упор на наиболее эффективных, с их точки зрения, направлениях этого глобального процесса. Одним из таких направлений является формирование системы управления информацией, т.е. сбор, обработка, хранение и распространение необходимых данных в форме, адаптированной к повседневной деятельности организаций, на основе повсеместной интеграции разрозненных

данных в единую систему.

Однако у нас в стране даже с принятием программы по цифровой экономике во многих отраслях продолжается эпоха «позадачного» проектирования и разработки их с формированием собственных концептуальных и логических моделей, являющихся онтологически несовместимыми. С целью устранить данный цифровой разрыв в Агентстве стратегических инициатив 18.02.2018 по инициативе администрации Президента страны даже была проведена специальная стратегическая сессия по онтологическому моделированию интеграции различных отраслей [20], увенчавшаяся неудачей в силу отсутствия методологии и инструментария формирования цифровых платформ (ЦП), объединяющих разнородные предметные области, что обуславливает актуальность нашего научного исследования. На эту проблему обратили внимание в работах и в части дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), поскольку в этой сфере используется значительный объем совместной информации [19, 21, 22].

Поскольку в основе технологий ДЗЗ, оперирующих одними из наиболее востребованных в современной экономической деятельности информационных ресурсов, лежат цифровые технологии сбора, хранения, обработки и передачи пространственных данных, то указанное перспективное направление формирования системы управления данными ДЗЗ нуждается в методологической проработке интеграционных процессов как информационных отраслевых систем, так и информационных ресурсов на основе комплексного подхода и некоторых выработанных цифровых стандартов на основе математического моделирования проектирования оптимальной цифровой платформы применения ДЗЗ.

Вопросам исследования цифровых платформ и моделирования цифровых стандартов посвящены работы таких ученых, как Байда В.Н., Гайдаш К.А., Ерешко Ф.И., Глушков В.М., Кульба В.В. [2; 5; 7] и др. Однако в этих и других работах ученых отсутствует математическая модель проектирования

оптимальной ЦП применения ДЗЗ, что особенно актуально в текущих условиях реализации национальных проектов «Цифровая Земля» и «Цифровая экономика».

Отсюда, цель исследования состоит в разработке оригинальной математической модели, которая должна стать основой методологии эффективного применения этих технологий в условиях превращения их в очень затратный ресурс наравне с материальными, финансовыми и человеческими. Вместе с тем, данная работа посвящена исследованию тенденций эволюции развития цифровых стандартов при разработке информационных систем, которые, в конечном итоге, в эпоху цифровой экономики должны сформироваться в результате расчетов по математической модели проектирования оптимальной ЦП применения ДЗЗ. Применение на практике полученной ЦП возможно только лишь в условиях соблюдения установленных пропорций основных активов производственных предприятий в современной экономике.

### **Разработка цифровых стандартов – основа становления отрасли ДЗЗ**

Интеграционные технологии разработки информационных систем (ИС) прошли четыре этапа, затрагивающих сферу данных, программного обеспечения (ПО) и коммуникаций вычислительной техники (ВТ) [7]. При этом, начиная со второго этапа, с появлением более совершенных средств хранения, обработки и передачи данных возникла потребность в тиражировании ИС на другие объекты некоторого множества предприятий, потребовавшая согласования стандартов на все три оси проектного пространства информационных систем: информационные ресурсы (ИР), ось приложений (функции управления) и инструментальную составляющую, представляющую общесистемное ПО и электронные приборы, ВТ. Так, в результате согласованных действий рыночных агентов в мире появились международные стандарты управления MRPII, ERP, CSRP. Аналогично, в логистике международной организаций – Советом по

цепям поставок были установлены некие стандарты на термины и понятия взаимоотношений между участниками цепи поставок, принятые в мире в этой деятельности в виде так называемой SCOR-модели [7]. Единых же стандартов на алгоритмы решений задач для целых групп предприятий не было разработано.

Особенно стандартизация стала необходима при переходе к четвертому этапу эволюции ИС, связанному с появлением и использованием Интернета со всеми сопутствующими ему технологиями, который дал возможность доступа неограниченного числа пользователей к различным ИС. При этом появилась возможность осуществить интеграцию различных ИС и ИР не только в отдельных организациях, но и в масштабах отраслей, стран и всего мирового сообщества.

Отсутствие указанных стандартов приводит к невозможности формирования единой информационной среды в части ДЗЗ, что, в свою очередь, приводит к снижению интереса к этой деятельности. Отсюда видно, что эффективность применения результатов проекта «Цифровая Земля» для решения задач народного хозяйства существенно зависит от проработанности ее стандартов.

### **Стандарты ДЗЗ как результат моделирования цифровой платформы**

Предлагаемая в разделе математическая модель цифровой платформы (ЦП) ДЗЗ для формирования стандартов основана именно на идеях интеграции.

Тогда ЦП ДЗЗ понимается в виде системы, состоящей из некоторого количества центров обработки данных ДЗЗ  $j$  (например, ведомственных центров ДЗЗ, ведомств, предприятий-потребителей данных ДЗЗ), множества задач  $K$ , связанных с обработкой данных ДЗЗ, классов данных ДЗЗ  $L$ , типов средств передачи данных  $R$ . Процесс функционирования системы происходит на интервале  $T$ . Для функционирования системы используются некоторые усредненные технические средства (ТС).

*Математическая модель.*

$k$  - идентификатор задачи ДЗЗ,  $k \in K$ ;

$l$  - идентификатор информационного элемента,  $l \in L$ ;

$j$  - идентификатор центра обработки данных,  $j \in J$ ;

$f_{klj}^e$  - объемные, временные и т.д. параметры (требования)  $e \in E$  на  $l$ -й

элемент, необходимые для задачи  $k$ , возникающий в центре  $j$ ;

$x_{jk} = 1$ , при условии, что  $k$ -я задача решается в центре  $j$ , 0 – иначе;

$\alpha_{klj} = 1$ , при условии, что  $l$ -й элемент возникает в центре  $j$  для  $k$ -й задачи,

0 – иначе;

$u_{lj_1j_2r} = 1$ , если  $l$ -й элемент передается из  $j_1$ -го центра в  $j_2$ -й посредством

$r$ -го средства связи;

$d_{mjk}$  - необходимые ресурсы  $m$ -го типа для решения  $k$ -й задачи в  $j$ -м

центре;

$M_m$  -  $m$ -е ресурсы оборудования;

$s_{lj_1j_2r} = 1$ , если  $r$ -й тип связи используется для передачи  $l$ -го элемента из

$j_1$ -го центра в  $j_2$ -й центр;

$G_r^e$  - характеристики средств связи;  $c_j^1$  - стоимость единицы оборудования

в  $j$ -м центре;  $c_{j_1j_2r}^2$  - стоимость  $r$ -го средства связи при передаче информации из

центра  $j_1$  в центр  $j_2$ ;  $c_{j_1j_2r}^3$  - затраты на передачу единицы информации из центра

$j_1$  в центр  $j_2$ ;  $c_{mjk}^4$  - стоимость  $m$ -го ресурса для решения  $k$ -й задачи в  $j$ -м центре;

$c_k^5$  - обобщенная стоимость  $k$ -й задачи;  $c^0$  - средства, выделенные на разработку

ЦП;

Ограничения на размещение задач по центрам и техническим средствам:

$\sum_j x_{jk} \geq 1, k \in K^3 \in K$ , то есть  $k$ -я задача должна быть решена хотя бы в

одном центре;

$x_{jk} \geq 1, j \in J_1, k \in K^4 \in K$ , т.е. некоторые задачи из множества  $K$  должны

быть обязательно решены в некоторых центрах  $j \in J_1$ ;

Условия передачи информации из центра  $j_1$  в центр  $j_2$ :

$$\sum_r y_{lj_1j_2r} = \sum_k a_{klj_1} x_{j_2k}, j_1 \neq j_2. \quad (1)$$

Информация передается из центра  $j_1$  в центр  $j_2$ , когда она возникает в центре  $j_1$  и используется в центре  $j_2$  для задачи  $k$ ;

$$\sum_r y_{lj_1j_2r} \leq 1 \text{ информация передается одним средством связи.} \quad (2)$$

Ограничение на загрузку оборудования:

$$\sum_{jk} d_{mjk} x_{jk} \leq M_m. \quad (3)$$

Ограничения на каналы связи:

$$\sum_{l,k} y_{lj_1j_2r} f_{klj_2}^e \leq G_r^e s_{j_1j_2r}. \quad (4)$$

Ограничения на инвестиции:

$$\sum_{j,k} c_j^1 x_{jk} + \sum_{j_1,j_2,r} c_{j_1j_2r}^2 s_{j_1j_2r} + \sum_{j,k} c_k^5 x_{jk} \leq c^0. \quad (5)$$

Критерий эффективности:

$$\sum_{j,k} c_j^1 x_{jk} + \sum_{j_1,j_2,r} c_{j_1j_2r}^2 s_{j_1j_2r} + \sum_{j_1,j_2,r} c_{j_1j_2r}^3 f_{klj_2}^e y_{lj_1j_2r} + \sum_{m,j,k} c_{mjk}^4 d_{mjk} x_{jk} + \sum_k c_k^5 x_{jk} \rightarrow \min \quad (6)$$

Представленная в работе модель распределяет в пределах выделенных финансовых ресурсов информационные средства и решаемые задачи по центрам обработки данных, определяет при необходимости инвестиции в ИКТ с оптимизацией информационных потоков с использованием кластерного анализа [10; 9; 14].

### **Комплексный подход к применению технологий ДЗЗ**

Как известно, в экономике существуют строгие пропорции между активами, участвующими в процессе выпуска определенного качества и количества продукции. Такие пропорции обусловлены требованиями технологий, установленными на предприятии [4]. В эпоху цифровой экономики с превращением ИКТ в один из ведущих активов, пропорции между всеми активами начали записывать в виде соотношений из теории комплементарности [18]. Результаты расчетов показали, что вложения в ИКТ более эффективны,

когда высок уровень двух других комплементарных активов – организационного и человеческого капиталов. Таким образом, инвестиции во все три капитала взаимоувязаны и взаимосвязаны в определенных пропорциях и с определенной степенью изменчивости. Последующие исследования, выполненные Эриком Бриньолфсоном, Лорином Хиттом и Шинкью Янгом [1; 17] в этом направлении, подтвердили наличие комплементарных взаимосвязей между этими группами капиталов. Отсюда следует, что необходимым условием цифровой трансформации предприятия является переход на усовершенствованное управление, на укрепление качественных характеристик кадрового состава. Лишь после этого нужно переходить к цифровизации управления и производства.

Об ошибках бессистемного внедрения ДЗЗ пишется в [8]. Поставка дорогостоящей, наукоемкой, цифровизированной техники и оборудования на основе ДЗЗ будет иметь отложенный эффект в силу, с одной стороны, большой стоимости ее и отсутствия достаточных финансовых средств у большинства организаций, с другой стороны, значительного количества уже имеющейся техники, но непригодной, по большей части, для внедрения технологий ДЗЗ. Даже в Европе огромный потенциал цифровой трансформации около 41% предприятий в настоящее время вообще не использует и только 2% предприятий в полной мере использует такую возможность [12].

### **Практическая значимость**

Одним из результатов моделирования цифровой платформы ДЗЗ является научное обоснование Общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством в СССР (ОГАС), предложенной А.И. Китовым и академиком В.М. Глушковым, в части представления первичной учетной информации всех отраслей в виде универсальной структуры (стандарта ИР) [5; 15].

Вторым результатом являются концептуальные, универсальные, типовые

модели технологических БД целых отраслей [11].

Подтверждением правильности полученных результатов являются выводы известной компании J'son & Partners Consulting [12] о том, что в цифровой экономике складываются две специализированные облачные платформы: платформы-агрегаторы информации или платформы для первичного сбора и накопления данных (информационные ресурсы в нашей трактовке) и прикладные платформы (приложения в нашей трактовке). В этом случае, по мнению французских экспертов, широкое внедрение цифровых технологий в любое производство позволяет перейти к новому типу производственных предприятий. Если в 80-годы прошлого века после фазы производства шла фаза контроля качества, то уже в настоящее время производство начинает строиться на принципе текущего контроля всех операций, что позволит довести до совершенства производственный процесс.

Еще одним результатом моделирования ЦП, имеющим отношение к теме работы, является перспективная цифровая платформа точного земледелия (ТЧЗ) в сельском хозяйстве на базе технологий ДЗЗ [16], а также ЦП логистической деятельности [2].

## **Выводы**

Как видно из представленных результатов исследования, в развитых странах в результате приобретенного опыта применения отдельных цифровых технологий в различных отраслях, в том числе в сельском хозяйстве, в ДЗЗ постепенно приходят к такой же концепции интеграции данных и систем, как в рассматриваемой статье. При этом считается, что только при таком подходе будет достигнута наибольшая эффективность цифровизации производства, поскольку в этом случае информация становится доступна для предприятий всех размеров, а не только для отдельных наиболее крупных из них.

Поэтому последовательная реализация рассмотренных методологических основ эффективного применения данных ДЗЗ в виде цифровых стандартов,

сформированных в результате расчетов по разработанной в ходе научной работы авторской математической модели проектирования оптимальной ЦП применения ДЗЗ и при соблюдении установленных пропорций основных активов производственных предприятий в современной экономике, создаст условия для превращения отрасли ДЗЗ в комплекс научно-обоснованных инфраструктурных технологий для всей страны, что, в конечном итоге, будет способствовать эффективной и результативной реализации национальных проектов по цифровизации российской экономики.

*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".*

### **Список литературы**

1. 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. – 2016. – Выпуск 5. – №1. – С. 1-18.

2. Байда В.Н., Гайдаш К.А., Ерешко Ф.И., Меденников В.И. Цифровые платформы в логистике. Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции «Современные сложные системы управления HTCS'2018». СТИ НИТУ «МИСиС». – Старый Оскол, 2018. – С. 110-113.

3. Бутрова Е.В., Меденников В.И., Кокуйцева Т.В., Ковков Д.В. Теоретические основы применения геоинформационных систем в сельском хозяйстве // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2019. – Т. 171. – № 4. – С. 53-64.

4. Василенко Ю.В., Данчук Г.Д. Анализ использования производственного потенциала // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 1989. – № 12. – С. 3-42.

5. Глушков В.М. Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС. М.: Статистика, 1975. – 160 с.

6. Ерешко А.Ф., Кокуйцева Т.В. О вычислимых моделях кооперации цифровых экономик // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2017 Материалы Десятой международной конференции: в 2-х томах. Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова; Российская академия наук; под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – М., 2017. – С. 155-159.

7. Ерешко Ф.И., Кульба В.В., Меденников В.И. Моделирование цифровых стандартов // Теория активных систем – 50 лет. Материалы международной научно-практической конференции. – М.: ИПУ РАН, 2019. – С. 423 – 441.

8. Как начать внедрять точное земледелие на предприятии [Электронный ресурс]. URL: <https://smartfarming.ua/ru-blog/kak-nachat-vnedryat-tochnoe-zemledelie-na-predpriyatii> (дата обращения: 01.06.2020).

9. Кульба В.В., Микрин Е.А., Павлов Б.В., Платонов В.Н. Теоретические основы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов. – М.: Наука, 2006. – 584 с.

10. Мартин Дж. Планирование развития автоматизированных систем. – М.: Финансы и статистика, 1984. – 196 с.

11. 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.

12. Цифровизации сельского хозяйства в России не хватает данных [Электронный ресурс]. URL: [www.iksmedia.ru/news/5533967-Czifrovizacii-selskogo-hozyajstva.html#ixzz6KBD7IYEP](http://www.iksmedia.ru/news/5533967-Czifrovizacii-selskogo-hozyajstva.html#ixzz6KBD7IYEP) (дата обращения: 01.06.2020).

13. Шкваря Л.В., Хайлин Юй. Цифровая экономика в Китае:

современные тенденции // Экономика и предпринимательство. – 2020. – № 3 (116). – С. 184-187.

14. Afifi A.H., Clark V. Computer Aided Multivariate Analysis. – London: Chapman & Hall, 1994.

15. Benjamin P. How Not to Network a Nation: The Uneasy History of the Soviet Internet. The MIT Press, 2016.

16. Butrova E.V., Medennikov V.I. The system of evaluation principles for the economic effects of earth remote sensing data application for solution of the problems in various economy branches // Journal of Environmental Management and Tourism. – 2019. – № 10 (5). – Pp. 1105-1111.

17. Brynjolfsson E., Hitt L., Yang S. Intangible Assets. Computers and Organizational Capital // Brookings Papers on Economic Activity. – 2002. – Issue 2. – №1.

18. Milgrom P., Roberts J. The economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization // The American Economic Review. – 1990. – Pp. 511-528.

19. Носенко Ю.И., Лошкарев П.А. ЕТРИС ДЗЗ — проблемы, решения, перспективы (Часть 1) [Электронный ресурс]. URL: <http://geomatica.ru/clauses/304/> (дата обращения: 01.06.2020).

20. Открытая Онтологическая Ассоциация [Электронный ресурс]. URL: <http://onto.digital-economy.ru/> (дата обращения: 22.06.2020).

21. Макеров А. И., Добролинская Е. В., Убранцева Е. А., Железнов С. А., Черняков В. Г., Селецкий А. Д. Вопросы разработки и интеграции виртуальной станции приема данных дистанционного зондирования Земли с распределенной информационной системой // Изв. вузов. Приборостроение. – 2018. – Т. 61. – № 8. – С. 713-719.

22. Единая территориально-распределенная информационная система дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс]. URL: [www.tadviser.ru/index.php/](http://www.tadviser.ru/index.php/) (дата обращения: 22.06.2020).

## References

1. Akaev A.A., Rudskoj A.I. Konvergentnyye IKT kak klyuchevoj faktor tekhnicheskogo progressa na blizhajshie desyatiletija i ih vliyanie na mirovoe ekonomicheskoe razvitiye [Converged ICTs as a key factor in technological progress over the coming decades and their impact on world economic development]. *International Journal of Open Information Technologies*, 2016, Vol. 5, No. 1, pp. 1-18.
2. Bajda V.N., Gajdash K.A., Ereshko F.I., Medennikov V.I. Cifrovye platformy v logistike [Digital platforms in logistics]. *Sbornik trudov XIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennye slozhnye sistemy upravleniya HTCS'2018»*. STI NITU «MISiS», Staryj Oskol, 2018, pp. 110-113.
3. Butrova E.V., Medennikov V.I., Kokuytseva T.V., Kovkov D.V. Teoreticheskie osnovy primeneniya geoinformacionnyh sistem v sel'skom hozyajstve [The theoretical basis for the use of geographic information systems in agriculture]. *Voprosy elektromekhaniki. Trudy VNIIEEM*, 2019, 171, № 4, pp. 53-64.
4. Vasilenko YU.V., Danchuk G.D. Analiz ispol'zovaniya proizvodstvennogo potentsiala [Analysis of the use of production potential // Economics of agricultural and processing enterprises]. *Ekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayushchih predpriyatij*, 1989, № 12, pp. 3-42.
5. Glushkov V.M. Makroekonomicheskie modeli i principy postroeniya OGAS [Macroeconomic models and principles of construction of the OGAS]. M.: Statistika, 1975, 160 p.
6. Ereshko A.F., Kokuytseva T.V. O vychislmyh modelyah kooperacii cifrovyyh ekonomik [On computable models of cooperation of digital economies]. V knige: *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem MLSD'2017 Materialy Desyatoj mezhdunarodnoj konferencii: v 2-h tomah*. Institut problem upravleniya im. V.A.Trapeznikova; Rossijskaya akademiya nauk; Pod obshej redakciej S.N. Vasil'eva, A.D. Cvirikuna, 2017, pp. 155-159.
7. Ereshko F.I., Kul'ba V.V., Medennikov V.I. Modelirovanie cifrovyyh standartov [Modeling digital standards]. *Teoriya aktivnyh sistem – 50 let. Materialy*

mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. M.: IPU RAN, 2019, pp. 423 – 441.

8. Kak nachat' vnedryat' tochnoe zemledelie na predpriyatii [How to start introducing precision farming at the enterprise]. Available at: <https://smartfarming.ua/ru-blog/kak-nachat-vnedryat-tochnoe-zemledelie-na-predpriyatii> (accessed 1 June 2020)

9. Kul'ba V.V., Mikrin E.A., Pavlov B.V., Platonov V.N. Teoreticheskie osnovy proektirovaniya informacionno-upravlyayushchih sistem kosmicheskikh apparatov [The theoretical basis for the design of information and control systems of spacecraft]. M.: Nauka, 2006, 584 p.

10. Martin Dzh. Planirovanie razvitiya avtomatizirovannyh system [Planning the development of automated systems]. M.: Finansy i statistika, 1984, 196 p.

11. Medennikov V.I. Edinoe informacionnoe Internet-prostranstvo APK na osnove idej A.I. Kitova i V.M. Glushkova ob OGAS [A single informational Internet space of the agro-industrial complex based on the ideas of A.I. Kitova and V.M. Glushkov about OGAS]. Cifrovaya ekonomika, 2018, № 3, pp. 69-74.

12. Cifrovizacii sel'skogo hozyajstva v Rossii ne hvataet dannyh [Digitalization of agriculture in Russia is not enough data]. Available at: [www.iksmedia.ru/news/5533967-Cifrovizacii-selskogo-xozyajstva.html#ixzz6KBD7IYEP](http://www.iksmedia.ru/news/5533967-Cifrovizacii-selskogo-xozyajstva.html#ixzz6KBD7IYEP) (accessed 1 June 2020).

13. Shkvarya L.V., Hajlin YUj. Cifrovaya ekonomika v Kitae: sovremennye tendencii [Digital Economy in China: Current Trends]. Ekonomika i predprinimatel'stvo, 2020, № 3 (116), pp. 184-187.

14. AFIFI A. H., CLARK V. Computer Aided Multivariate Analysis. London: Chapman & Hall, 1994, p. 412.

15. Benjamin P. How Not to Network a Nation: The Uneasy History of the Soviet Internet. The MIT Press, 2016.

16. Butrova E.V., Medennikov V.I. The system of evaluation principles for the economic effects of earth remote sensing data application for solution of the

problems in various economy branches. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 2016, № 10 (5), p. 1105-1111.

17. Brynjolfsson E., Hitt L., Yang S. Intangible Assets. *Computers and Organizational Capital. Brookings Papers on Economic Activity*, 2002, Vol. 2, No. 1.

18. Milgrom P., Roberts J. The economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization. *The American Economic Review*, 1990, pp. 511-528.

19. Nosenko YU. I., Loshkarev P. A. ETRIS DZZ — problemy, resheniya, perspektivy (chast' 1) [ETRIS Remote Sensing - Problems, Solutions, Prospects]. Available at: <http://geomatica.ru/clauses/304/> (accessed 1 June 2020).

20. Otkrytaja Ontologicheskaja Associacija [Open Ontological Association]. Available at: <http://onto.digital-economy.ru/> (accessed 22 June 2020).

21. Makerov A. I., Dobrolinskaya E. V., Ubranceva E. A., ZHeleznov S. A., CHernyakov V. G., Seleckij A. D. Voprosy razrabotki i integracii virtual'noj stancii priema dannyh distancionnogo zondirovaniya Zemli s raspredelennoj informacionnoj sistemoy [Issues of development and integration of a virtual station for receiving Earth remote sensing data with distributed information system]. *Izv. Vuzov. Priborostroenie*, 2018, 61, № 8, pp. 713-719.

22. Edinaya territorial'no-raspredelennaya informatsionnaya sistema distantsionnogo zondirovaniya Zemli [A single geographically distributed information system for remote sensing of the Earth]. Available at: [www.tadviser.ru/index.php/](http://www.tadviser.ru/index.php/) (accessed 22 June 2020).

© Меденников Виктор Иванович, Бутрова Елена Викторовна, 2020.