

УДК 338.43

DOI: 10.18413/2409-1634-2024-10-4-0-2

Ермаков С.А.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ НА ИНТЕНСИФИКАЦИЮ
АГРАРНОГО СЕКТОРА США**

Научно-исследовательский университет (НИУ) Московский государственный
строительный университет (МГСУ), 129337,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26,
Институт США и Канады имени академика Г.А. Арбатова (ИСКРАН),
121069, Москва, Хлебный пер., 2/3

e-mail: ermakov200882@mail.ru

ORCID: 0000-0002-9158-8801

Аннотация

Значимость информационного обеспечения как фактора интенсификации сельского хозяйства США в XXI веке не оценивалась ранее. По статистическим данным, основанным на длинных рядах, построены корреляционные матрицы для определения взаимосвязи факторов интенсификации аграрного сектора экономики, при производстве кукурузы, в частности. Применённые эконометрические модели на основе множественных линейных регрессий с последующим регрессионным анализом и переходом к линейным моделям показали существенную взаимозависимость между общей факторной производительностью и количеством ферм, имеющих доступ в Интернет (характеризующего степень распространения информационных технологий), за период с 2001 по 2015 г., а также взаимосвязь таких ферм и внедрением биотехнологии (площадями посевов с использованием ГМО семян) в сельское хозяйство США с 2004 по 2019 год. Таким образом, количественными методами подтверждена высокая степень влияния информационных технологий на интенсификацию аграрного сектора страны.

Ключевые слова: информационное обеспечение, интенсификация сельского хозяйства, фактор интенсификации, линейная регрессия

Информация для цитирования: Ермаков С.А. Оценка влияния информационных технологий на интенсификацию аграрного сектора США // Научный результат. Экономические исследования. 2024. Т. 10. № 4. С. 23-31. DOI: 10.18413/2409-1634-2024-10-4-0-2

Stanislav A. Ermakov

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGY ON THE INTENSIFICATION OF THE US AGRICULTURAL SECTOR

Moscow State University of Civil Engineering (MGSU),
26 Yaroslavskoe Hgw., Moscow, Russia, 129337,
Arbatov U.S. and Canada Institute (ISKRAN),
2/3 Khlebny Ln., Moscow, Russia, 121069

e-mail: ermakov200882@mail.ru

ORCID: 0000-0002-9158-8801

Abstract

The role of information supply as a factor in the intensification of U.S. agriculture in the 21st century has not been evaluated before. According to statistical data based on long series, correlation matrices have been constructed to determine the relationship of intensification factors in crop production, in particular in corn production. The applied econometric models based on multiple linear regressions, followed by regression analysis and transition to linear models, showed a significant correlation between total factor productivity and the number of farms with Internet access (characterizing the degree of distribution of information technologies) for the period from 2001 to 2015, as well as the relationship between such farms and the integration of biotechnology (area of Biotech Crops) into U.S. agriculture from 2004 to 2019. Thus, quantitative methods have confirmed the high degree of influence of information technology on the intensification of the agricultural sector of the country.

Key words: information supply, agricultural intensification, factor of intensification, linear regression

Information for citation: Ermakov S.A. “Assessment of the impact of information technology on the intensification of the US agricultural sector”, *Research Result. Economic Research*, 10(4), 23-31, DOI: 10.18413/2409-1634-2024-10-4-0-2

Введение

Определение степени значимости факторов интенсификации для сельского хозяйства – весьма трудоёмкий и наукоёмкий процесс, тогда как для выбора таких факторов необходимо учитывать экспертные мнения. Одним из способов решения подобных задач является составление эконометрической модели, основывающейся на корреляционной зависимости статистических показателей, состоящих из длинных рядов. Как правило, подходящие сведения ограничены временным интервалом и описывают только одну из сторон информационного

обеспечения, которое является многогранным понятием.

Цель исследования. Цель исследования – дать оценку значимости информационного обеспечения аграрного сектора и доказать корреляционную зависимость интенсификации сельского хозяйства и информационных технологий на примере США.

Материалы и методы исследования. Методом исследования служит регрессионный анализ, применены эконометрические модели на основе (множественных) линейных регрессий. Материалами исследования являются

статистические данные МСХ США и ФАО ООН.

Результаты исследования и их обсуждение

Если в 1950-х годах наиболее значимым фактором продуктивности животноводства было общее количество машин и оборудования [Растянников В.Г., Дерюгина И.В., 2004], то с 1965 по 1980 гг. на общую факторную производительность в наибольшей степени влиял уровень внесения химикатов [Овчинников О.Г., 1990]. В 1980-е годы рост производства сопровождался условиями сокращения не только общего количества машин и оборудования, но и фондовооружённости труда (в стоимостном выражении) [Овчинников О.Г., 1990]. Представленные далее расчёты покажут существенное влияние составляющей информационного обеспечения и внедрения биотехнологий на общую факторную производительность в XXI веке.

Министерство сельского хозяйства США выделяет следующие периоды развития технологий в аграрном секторе за последние три десятилетия:

- с начала 1990-х гг. применяются данные дистанционного зондирования Земли для точного земледелия;

- с середины 1990-х гг. началось активное внедрение биотехнологий для создания сортов, устойчивым по отношению к сорнякам, болезням и насекомым-вредителям;

- с 2010-х гг. активно внедряются приложения больших данных в сельском хозяйстве [Ермаков С.А., 2017].

В связи с этим был проведён ряд исследований с целью определить степень влияния указанных технологий на эффективность сельскохозяйственного производства. В частности, была выявлена прямая зависимость между интенсификацией производства на молочных фермах с использованием новейших информационных технологий, с

одной стороны, и ростом, эффективностью и снижением затрат, с другой [Alvarez A. et al., 2008]. Исследуя длинные ряды данных, в структуре затрат фермы наблюдают со временем переход от издержек на рабочую силу и землю в сторону больших расходов на ресурсы (например, удобрения, пестициды и приобретаемые услуги) и долгосрочные капитальные активы (например, тракторы, комбайны и другую технику) [Wang, S. L. Et al., 2024; Ермаков С.А., Жиганова Л.П., Овчинников О.Г., 2018].

Существуют различные показатели, критерии и факторы, характеризующие интенсификацию [Ермаков С.А., Жиганова Л.П., Овчинников О.Г., 2018; Подзоров Н.Г., Куданкина А.А., 2012; Соколова Ж.Е., 2013]; они были рассмотрены автором ранее [2, с. 203-204]. В качестве данных, отражающих факторы интенсификации, примем следующие доступные статистические данные:

- цифровизация ферм: количество ферм, использующих компьютеры и имеющих доступ в Интернет;

- использование биотехнологии в растениеводстве: площади посевов с использованием ГМО семян;

- ирригация земель: площади под орошением;

- применение удобрений и пестицидов: объёмы внесения азотных удобрений в активном веществе.

Расчёты проведены на примере одной сельскохозяйственной культуры – кукурузы, которая составляет наибольшую долю в объёме производимого в США зерна (346,0 млн тонн кукурузы, что составляет 82% зерна в 2019 году [Agricultural Statistics ..., 2022]). Доля азотных удобрений (в активном веществе), внесённых под эту культуру, составляет по состоянию на 2023 г. 40-44% всех удобрений, применяемых в растениеводстве [Овчинников О.Г., 2023]. Практически вся выращиваемая кукуруза в

США является ГМО [Овчинников О.Г., 2023].

В качестве результирующего показателя примем общую факторную производительность, которая учитывает 15 факторов производства, взятых вместе в производственном процессе фермы, и обычно определяется как отношение общего объема производства к общему объему затрат – выпуск продукции на

единицу общего объема затрат (без учёта затрат труда и капитала) [Wang S.L. et al., 2024].

В матрице корреляционных зависимостей представлена взаимосвязь факторов. Пара показателей считается приемлемой в случае значения коэффициента корреляции, превышающего 0,7.

Корреляционная матрица для определения факторов интенсификации

Таблица 1

Table 1

Correlation matrix for determining intensification factors

Корреляции	Количество ферм, использующих компьютеры	Количество ферм с доступом в Интернет	Площади посевов, по которым внедряется ГМО	Площади под орошением	Внесённые азотные удобрения в активном веществе	Урожайность кукурузы
Количество ферм с доступом в Интернет	0,99	1				
Площади посевов, по которым внедряется ГМО	0,97	0,99	1			
Площади под орошением	-0,06	-0,11	-0,16	1		
Внесенные азотные удобрения в активном веществе	0,35	0,37	0,33	0,59	1	
Урожайность кукурузы	0,20	0,12	0,10	0,12	-0,16	1
Общая факторная производительность	0,42	0,48	0,54	-0,10	0,13	0,11

Источник: составлено по [Agricultural Statistics ..., 2005; Food and Agriculture Organization ..., Global Status of Commercialized Biotech ..., Technology Use ...]

Расчёты показывают, что наибольшая зависимость наблюдается в парах, содержащих количество ферм, использующих компьютеры, и количество ферм, имеющих доступ в Интернет (характеризующих степень распространения информационных технологий), площади посевов с использованием ГМО семян. В остальных парах зависимость является слабой (например, «общая факторная производительность» – «площади посевов с

использованием ГМО семян») либо вообще отсутствует.

На первом этапе построения регрессионной модели была найдена множественная линейная зависимость между общей факторной производительностью и показателями, характеризующими цифровизацию ферм. Коэффициент регрессии $R^2=0,69$, критерий Фишера значим ($0,0009 < 0,05$) при уровне значимости $\alpha=5\%$. Другие результаты представлены в таблице 2. Коэффициент при свободном члене по критерию

Стьюдента значим ($0,0000003 < 0,05$), при переменной «количество ферм, использующих компьютеры» можно

отбросить ($0,08 > 0,05$), тогда как при показателе «количество ферм, имеющих доступ в Интернет» значим ($0,03 < 0,05$).

Таблица 2

Проверка значимости коэффициентов уравнения и их доверительные интервалы

Table 2

Checking the significance of the coefficients of the equation and its confidence intervals

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижний 95%	Верхний 95%
Пересечение	0,96	0,09	10,22	0,0000003	0,75	1,16
Количество ферм, использующих компьютеры	-0,0012	0,0006	-1,94	0,08	-0,0025	0,0001
Количество ферм с доступом в Интернет	0,0008	0,0003	2,50	0,03	0,0001	0,0014

Источник: составлено автором.

На следующем этапе исследуем линейную регрессию между общей факторной производительностью (Y) и количеством ферм, имеющих доступ в Интернет (X). Коэффициент регрессии $R^2=0,59$, критерий Фишера значим ($0,0008 < 0,05$) при уровне надёжности 95%. Найдены следующие характеристики (см. таблицу 3): по критерию Стьюдента коэффициент при свободном члене значим

($t=16,14 > t_{кр}=2,16$), при переменной «количество ферм, имеющих доступ в Интернет» также значим ($t=4,36 > t_{кр}$). Несмотря на полученный небольшой коэффициент регрессии, остальные характеристики приемлемые, тогда итоговую регрессию можно выразить в следующем виде:

$$Y = 0,17 \cdot 10^{-3} \cdot X + 0,80 \quad (1)$$

Таблица 3

Проверка значимости коэффициентов уравнения и их доверительные интервалы

Table 3

Checking the significance of the coefficients of the equation and its confidence intervals

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижний 95%	Верхний 95%
Пересечение	0,80	0,05	16,14	0,000000001	0,69	0,91
Количество ферм с доступом в Интернет	0,00017	0,00004	4,36	0,00077	0,00009	0,00026

Источник: составлено автором.

На Рисунке 1 представлена динамика количества ферм, имеющих доступ в Интернет, общей факторной

производительности и её значений, находящихся на линейной регрессии за период с 2001 по 2015 год.

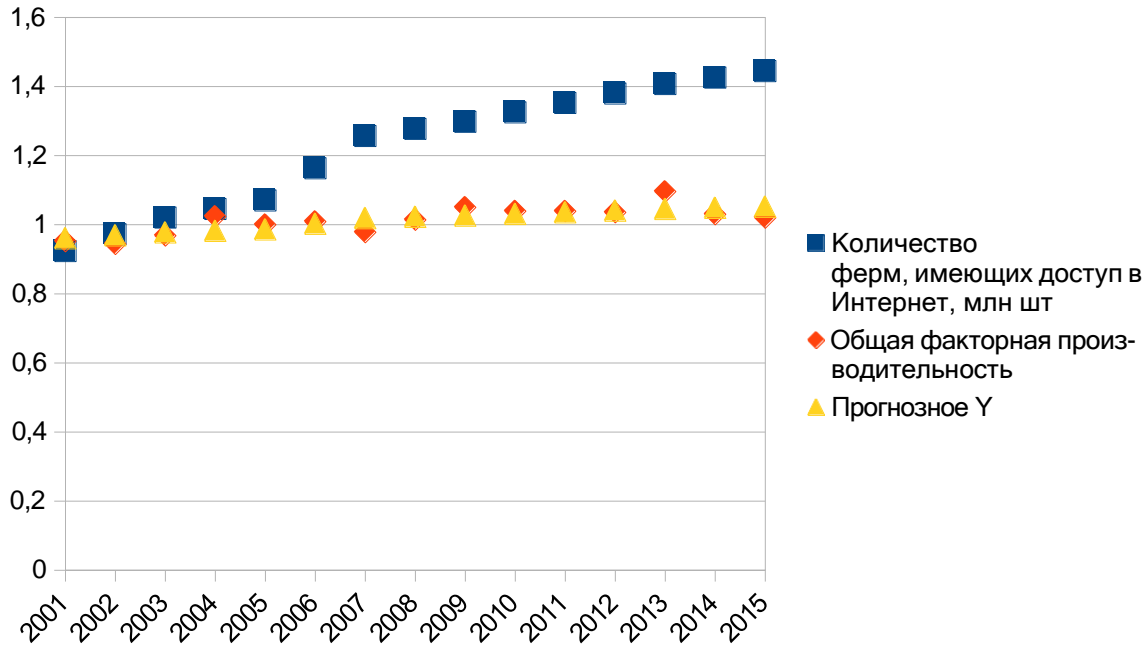


Рис. 1. Зависимость общей факторной производительности от количества ферм, имеющих доступ в Интернет, 2001–2015 гг.

Fig. 1. Dependence of total factor productivity on significant intensification factors, 2001–2015

Аналогично можно посчитать множественную линейную регрессию между площадями посевов с использованием ГМО семян (Y), количеством ферм, использующих компьютеры (X_1), и количеством ферм, имеющих доступ в Интернет (X_2). Принимая во внимание взаимозависимость

(так называемую мультиколлинеарность), получаем следующую линейную регрессию, обладающую всеми приемлемыми характеристиками. Результаты отражены в таблице 4. В этой регрессии $R^2=0,95$, значимость $F = 0,0000000002 < 0,05$.

$$Y = 0,06 * X_2 - 15,02 \quad (2)$$

Таблица 4

Проверка значимости коэффициентов уравнения и их доверительные интервалы

Table 4

Checking the significance of the coefficients of the equation and its confidence intervals

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижний 95%	Верхний 95%
Пересечение	-15,02	5,03	-2,98	0,01	-25,81	-4,23
Количество ферм с доступом в Интернет	0,06	0,004	16,11	0,0000000002	0,05	0,07

Источник: составлено автором.

На рисунке 2 представлена динамика площадей посевов с использованием ГМО семян, количества ферм, имеющих доступ в

Интернет, а также регрессионных значений площадей таких посевов за период с 2004 по 2019 год.

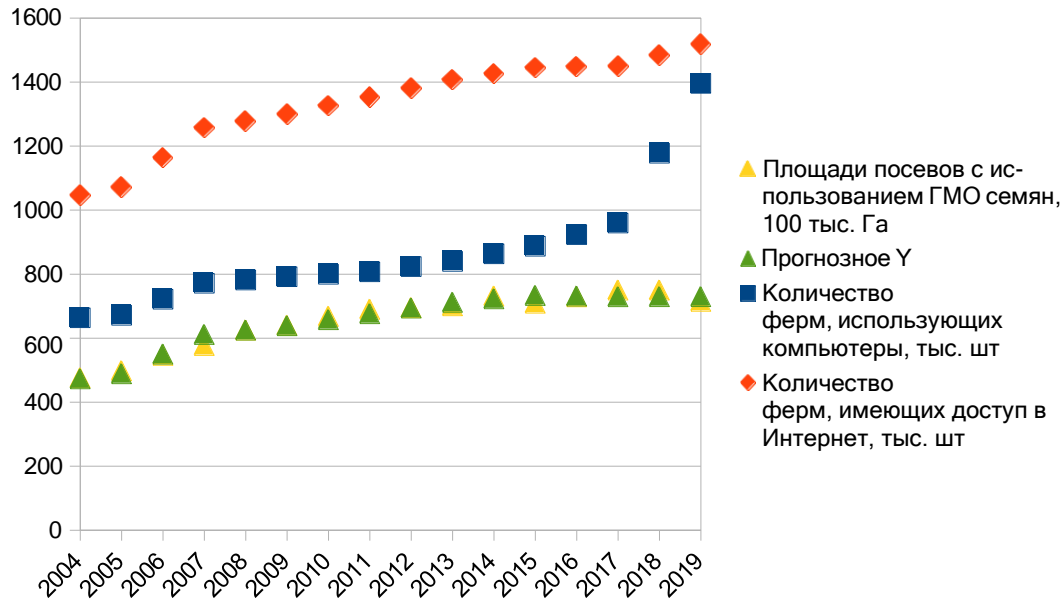


Рис. 2. Зависимость между площадями посевов с использованием ГМО семян, и количеством ферм, имеющих доступ в Интернет, 2004–2019 гг.

Fig. 2. The relationship between Global Area of Biotech Crops and the number of farms with Internet access, 2004–2019

Заключение

Внедрение информационных технологий в аграрном секторе США начиная с конца 1990-х годов является одним из важнейших факторов роста эффективности сельскохозяйственного производства.

Количественная оценка этого влияния предполагает построение эконометрических моделей, в основе которых лежат статистические данные и определённые ограничения или допущения.

Исследование корреляционных зависимостей и построение множественных линейных регрессий является одним из способов описания факторов, которые влияют на рост производительности в аграрном секторе экономики.

В настоящем исследовании выявлена существенная взаимозависимость общей

факторной производительности и количества ферм, имеющих доступ в Интернет (характеризующего степень распространения информационных технологий), а также взаимосвязь таких ферм и внедрением биотехнологии в сельское хозяйство США. Таким образом, количественными методами подтверждена высокая степень влияния информационных технологий на интенсификацию аграрного сектора страны.

Список литературы

1. Ермаков С.А., Жиганова Л.П., Овчинников О.Г. Современные тенденции развития аграрного сектора США // Экономика США в XXI веке: вызовы и тенденции развития/[Аксенов П.А. и др.]; отв. ред. В.Б. Супян; Федеральное государственное учреждение науки Институт США и Канады Российской академии наук. М.: Издательство «Весь Мир», 2018. 421 с.

2. Ермаков С.А. Информационное обеспечение как фактор интенсификации сельского хозяйства США // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 6В. С. 199–216.

3. Овчинников О.Г. Информационное обеспечение в современном сельском хозяйстве США и его роль в повышении эффективности производства: дис. ... канд. экон. наук. М., 1990. 201 с.

4. Овчинников О.Г. Использование минеральных удобрений в сельском хозяйстве США: тенденции, факторы, перспективы // International Agricultural Journal. 2023. № 6. С. 2531–2554.

5. Подзоров Н.Г., Куданкина А.А. Статистический анализ интенсификации сельскохозяйственного производства в республике Мордовия // Системное управление, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва (Саранск). 2012. №4 (17). С. 1–10.

6. Растянный В.Г., Дерюгина И.В. Модели сельскохозяйственного роста в XX веке. Индия, Япония, США, Россия, Узбекистан, Казахстан. М.: Институт востоковедения РАН. 2004. 640 с.

7. Соколова Ж.Е. Развитие мирового рынка продукции органического сельского хозяйства: дис. ... д-ра экон. наук. М., 2013. 383 с.

8. *Agricultural Statistics. Statistics of grain and feed.* 2022.

9. *Agricultural Statistics. Indices of Total factor productivity.* 2005, P. IX-24; 2013, P. IX-26–27; 2017, P. IX-32.

10. Alvarez, A., Del Corral, J., Solís, D., Pérez, J. A. (2008), “Does intensification improve the economic efficiency of dairy farms?”, *J Dairy Sci.*, 91(9), 3693–8.

11. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Land Use.* URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL> (accessed: 24.09.2024)

12. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops.* URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/default.asp> (accessed: 24.09.2024)

13. *Technology Use (Farm Computer Usage and Ownership).* URL: <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/h128nd689?locale=es&page=2#release-items> (accessed: 24.09.2024)

14. Wang, S. L., Nehring, R., Mosheim, R., & Njuki, E. (2024), “Measurement of output, inputs, and total factor productivity in U.S. agricultural productivity accounts”, (Report No. TB-1966), *U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.* URL: <https://ageconsearch.umn.edu/record/344773/?v=pdf> (accessed: 25.10.2024)

References

1. Ermakov, S.A., Zhiganova, L.P., Ovchinnikov, O.G. (2018), “Current trends in the development of the US agricultural sector”, in Supyan, V.B. (ed.), *The U.S. Economy in the 21st century: challenges and development trends*, Ves Mir, Moscow, Russia, 269–92.

2. Ermakov, S.A. (2017), “Providing big data sharing as a factor of intensification of agriculture”, *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, 7 (6B), 199-216.

3. Ovchinnikov, O.G. (1990), “Information supply in modern US agriculture and its role in improving production efficiency”, Ph.D. Thesis, ISKRAN, Moscow, Russia.

4. Ovchinnikov, O.G. (2023), “The use of mineral fertilizers in us agriculture: trends, factors, prospects”, *International Agricultural Journal*, 6, 2531-54.

5. Podzorov, N.G., Kudankina, A.A. (2012), “Statistical analysis of the intensification of agricultural production in the Republic of Mordovia”, *Sistemnoe upravlenie*, 4 (17), 1–10.

6. Rastyannikov V.G., Deryugina I.V. (2004), *Modeli selskohozyaistvennogo rosta v XX veke. Indiya, Yaponiya, SShA, Rossiya, Uzbekistan, Kazahstan* [Models of agricultural growth in the twentieth century. India, Japan, USA, Russia, Uzbekistan, Kazakhstan], Institut vostokovedenija RAN, Moscow, Russia.

7. Sokolova, Zh.E. (2013), “Development of the global market for organic agriculture products”, Ph.D. Thesis, GNU VNIIESH, Moscow, Russia.

8. *Agricultural Statistics. Statistics of grain and feed.* 2022.

9. *Agricultural Statistics. Indices of Total factor productivity.* 2005, P. IX-24; 2013, P. IX-26–27; 2017, P. IX-32.

10. Alvarez, A., Del Corral, J., Solís, D., Pérez, J. A. (2008), “Does intensification improve the economic efficiency of dairy farms?”, *J Dairy Sci.*, 91(9), 3693–8.

11. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Land Use.* URL:

//www.fao.org/faostat/en/#data/RL (accessed: 24.09.2024)

12. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops*. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/default.asp> (Accessed 24 September 2024)

13. *Technology Use (Farm Computer Usage and Ownership)*. URL: <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/h128nd689?locale=es&page=2#release-items> Accessed 24 September 2024)

14. Wang, S. L., Nehring, R., Mosheim, R., & Njuki, E. (2024), "Measurement of output, inputs, and total factor productivity in U.S. agricultural productivity accounts", (Report No. TB-1966), *U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service*. URL: <https://ageconsearch.umn.edu/record/344773/?v=pdf> (Accessed 25 October 2024)

Информация о конфликте интересов:

автор не имеет конфликта интересов для декларации.

Conflicts of Interest: the author has no conflict of interests to declare.

Ермаков Станислав Александрович, старший преподаватель Научно-исследовательский университет (НИУ) Московский государственный строительный университет (МГСУ), соискатель Института США и Канады имени академика Г.А. Арбатова (ИСКРАН), (г. Москва, Россия)

Stanislav A. Ermakov, Senior Lecturer, National Research University (NRU) Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), Applicant of Arbatov U.S. and Canada Institute (ISKRAN) (Moscow, Russia)