



Корреляционный анализ уровня биологических рисков



Александра И. Новак¹ marieta69@mail.ru  0000-0003-0345-7316
Юлия О. Ляшук² ularzn@mail.ru  0000-0002-3612-1707

1 Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, ул. Шевченко, 34, г. Рязань, Россия
2 Московский университет имени С.Ю. Витте (филиал в г. Рязань), Первомайский проспект, 62, г. Рязань, Россия

Аннотация. Дан анализ и оценка уровня биологических рисков при производстве и переработке продуктов питания. Сбор и анализ информации об эпидемиологической и эпизоотической ситуации проводился по Рязанской области. Результаты исследований могут быть использованы медицинскими и ветеринарными учреждениями, а также предприятиями АПК региона. Динамику и уровень биологических рисков проанализировали за 10 лет. Сделали вывод о том, что в соответствии с эпидемиологической и эпизоотической обстановкой из 30 зарегистрированных за 10 лет на территории Рязанской области факторов биологического риска очень высокий уровень у 3,33% рассмотренных факторов (микобактерии туберкулёза - *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *M. avium*), факторы с высоким уровнем риска отсутствуют, средний уровень риска имеют 13,33% рассмотренных факторов (*Staphylococcus aureus*, гельминты подсемейства *Echinococcinae*, *Ascaris lumbricoides* и *Enterobius vermicularis*), низкий уровень риска характерен для 33,34%, очень низкий - для 50%. По результатам исследований медицинскими и ветеринарными учреждениями области разрабатывается комплекс мероприятий по их минимизации и контролю: проведение диагностических (в том числе лабораторных исследований), карантинных, лечебно-профилактических, дезинфекционных, дератизационных и дезинсекционных мероприятий.

Ключевые слова: биологические риски, инфекционные заболевания, паразитарные заболевания, биологическая безопасность, пищевые продукты, микробиологическая безопасность

Biological risk correlation analysis

Aleksandra I. Novak¹ marieta69@mail.ru  0000-0003-0345-7316
Yuliya O. Lyashchuk² ularzn@mail.ru  0000-0002-3612-1707

1 Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlova

2 Moscow University named after S.Y. Witte (Ryazan branch)

Abstract. Analysis and assessment of the level of biological risks in the production and processing of food. The collection and analysis of information about the epidemiological and epizootological situation was carried out in the Ryazan region. Research results can be used by medical and veterinary institutions, as well as agricultural enterprises in the region. The dynamic and level of biological risks were analyzed over 10 years. It is concluded that, in accordance with the epidemiological and epizootic situation, out of 30 registered over 10 years in the Ryazan Region, biological risk factors are very high in 3.33% of the considered factors (*Mycobacterium tuberculosis* - *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *M. avium*), there are no high-risk factors, 13.33% of the considered factors have an average risk level (*Staphylococcus aureus*, subfamily helminths, echinococci, *Ascaris lumbricoides* and *Enterobius vermicularis*), a low risk level is typical for 33.34%, very low - for 50%. According to the results of research, medical and veterinary institutions are developing a set of measures to minimize and control them: conducting diagnostic (including laboratory tests), quarantine, treatment and prophylactic, disinfection, deratization and disinsection measures in parallel.

Keywords: biological risks, infectious diseases, parasitic diseases, biological safety, food products, microbiological safety

Введение

За последние десятилетия возросла доля смертности в мире из-за инфекционных и паразитарных заболеваний, которые передаются алиментарным путём. Например, от пищевых токсикоинфекций (ПТИ) и острых кишечных инфекций (ОКИ) в 2018 г. умерло около 1,8 млн чел. [4, 5].

Объекты и методы

В организм возбудители инфекционных и паразитарных заболеваний попадают, когда

нарушены ветеринарно-санитарные гигиенические правила на этапах изготовления и употребления продуктов питания. Это может быть приемка растительного и животного сырья, содержащего возбудителей заболеваний или их токсины, или заражение продукции в ходе переработки, упаковки, транспортировки и хранения и т.д. Для снижения ОКИ и ПТИ нужно проводить постоянный мониторинг уровня биологических рисков при производстве и переработке продуктов [3].

Для цитирования

Новак А.И., Ляшук Ю.О. Корреляционный анализ уровня биологических рисков // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 40–45. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-40-45

For citation

Novak A.I., Lyashchuk Yu.O. Biological risk correlation analysis. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 40–45. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-40-45

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Проанализировали уровень биологического риска для Рязанской области. Полученными результатами могут воспользоваться медицинские и ветеринарные учреждения, а также предприятия АПК.

Проанализировали динамику эпидемиологической и эпизоотической ситуации в регионе, привели суммарную оценку риска по всем параметрам и сделали корреляционный анализ уровней риска. Шкала риска по Рязанской области следующая: до 1 балла – очень низкий уровень риска; от 1 до 6 баллов – низкий уровень риска; от 6 до 12 баллов – средний

уровень риска; от 12 до 20 баллов – высокий уровень риска; выше 20 баллов – очень высокий уровень риска [1].

Из 30 зарегистрированных за 10 лет на территории Рязанской области факторов биологического риска [2], очень высокий уровень имеют 3,33 % (микобактерии туберкулёза), высокий уровень риска отсутствует, средний уровень риска имеют 13,33 % (*Staphylococcus aureus*, гельминты подсемейства *Echinococcine*, *Ascaris lumbricoides* и *Enterobius vermicularis*), низкий уровень – 33,34 %, очень низкий – 50 % (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1.

Количественная оценка факторов биологического риска на региональном уровне для предприятий АПК Рязанской области в 2018 г.

Table 1.

Quantitative assessment of biological risk factors at the regional level for agricultural enterprises of the Ryazan region in 2018

| Факторы риска Risk factors | Эпидемиологический уровень риска, $U_{эпид}$ Epidemiological level of risk, $L_{эпид}$ | Эпизоотический уровень риска, $U_{эпиз}$ Epizootic level of risk, $L_{эпиз}$ | Региональный уровень риска, $U_{рег}$ Regional level of risk, $L_{рег}$ | |
|--|--|--|---|--|
| | | | Баллы Points | Группа Group |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <i>Hymenolepis nana</i> | 0,001 | 0 | 0,001 | Очень низкий уровень риска Very low level of risk |
| <i>Cryptosporidium parvum</i> | 0,001 | 0 | 0,001 | |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | 0,001 | 0 | 0,001 | |
| <i>Entamoeba histolytica</i> | 0,002 | 0 | 0,002 | |
| <i>Strongyloides stercoralis</i> | 0,002 | 0 | 0,002 | |
| <i>Toxoplasma gondii</i> | 0,006 | 0 | 0,006 | |
| <i>Trichocephalus trichiuris</i> | 0,007 | 0 | 0,007 | |
| <i>Helminths genus Diphylobothrium (D. latum)</i> | 0,008 | 0 | 0,008 | |
| <i>Bacterium genus Campylobacter (C. coli, C. jejuni, C. intestinalis, C. upsaliensis, C. lari, C. fetus, C. sputorum)</i> | 0,009 | 0 | 0,009 | |
| <i>Bacterium genus Proteus (P. vulgaris, P. mirabilis)</i> | 0,009 | 0,016 | 0,025 | |
| <i>Helminths genus Opisthorchis (O. felineus, O. viverrini)</i> | 0,041 | 0 | 0,041 | |
| <i>Helminths genus Trichinella (T. spiralis, T. pseudospiralis)</i> | 0,003 | 0,047 | 0,050 | |
| <i>Taeniarhynchus saginatus</i> | 0,004 | 0,063 | 0,067 | |
| <i>Bacterium genus Shigella (S. dysenteriae, S. boydii, S. flexneri, S. sonnei)</i> | 0,539 | 0 | 0,539 | |
| <i>Hepatitis virus A (HAV) – Orthohepadnavirus genus Hepadnaviridae</i> | 0,695 | 0 | 0,695 | |
| <i>Bacterium genus Leptospira (L. icterohaemorrhagiae, L. canicola, L. hebdomadis, L. grippothyphosa, L. tarassovi, L. pomona)</i> | 0,031 | 1,402 | 1,433 | Низкий уровень риска Low level of risk |
| <i>Bacterium genus Yersinia (Y. enterocolitica, Y. pseudotuberculosis)</i> | 2,000 | 0 | 2,000 | |
| <i>Taenia solium</i> | 2,006 | 0,013 | 2,019 | |
| <i>Bacterium genus Salmonella (S. newport, S. agona, S. typhimurium, S. infantis, S. enterica, S. derby, S. enteritidis, S. london, S. typhi, S. paratyphi A, B)</i> | 1,999 | 0,301 | 2,300 | |
| <i>Norwalk - Norovirus genus Caliciviridae</i> | 2,328 | 0 | 2,328 | |
| <i>Francisella tularensis</i> | 2,331 | 0 | 2,331 | |

Продолжение табл. 1 | Continuation of table 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--------|--------|--------|--|
| <i>Rotavirus genus Reoviridae</i> | 2,896 | 0 | 2,896 | Низкий уровень риска Low level of risk |
| <i>Helminths genus Fasciola (F. hepatica, F. gigantica)</i> | 0 | 3,619 | 3,619 | |
| <i>Diarrheagenic bacterium genus Escherichia coli, Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter, Serratia</i> | 3,085 | 1,045 | 4,130 | |
| <i>Lambliа (Giardia) intestinalis</i> | 4,510 | 0 | 4,510 | |
| <i>Helminths Echinococcine (E. granulosus, E. multilocularis)</i> | 2,008 | 4,296 | 6,304 | Средний уровень риска Middle level of risk |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 3,001 | 4,598 | 7,599 | |
| <i>Ascaris lumbricoides</i> | 8,419 | 0 | 8,419 | |
| <i>Enterobius vermicularis</i> | 9,232 | 0 | 9,232 | |
| <i>Mycobacterium tuberculosis, M. bovis, M. avium</i> | 18,960 | 11,917 | 30,877 | Очень высокий уровень риска Very tall level of risk |

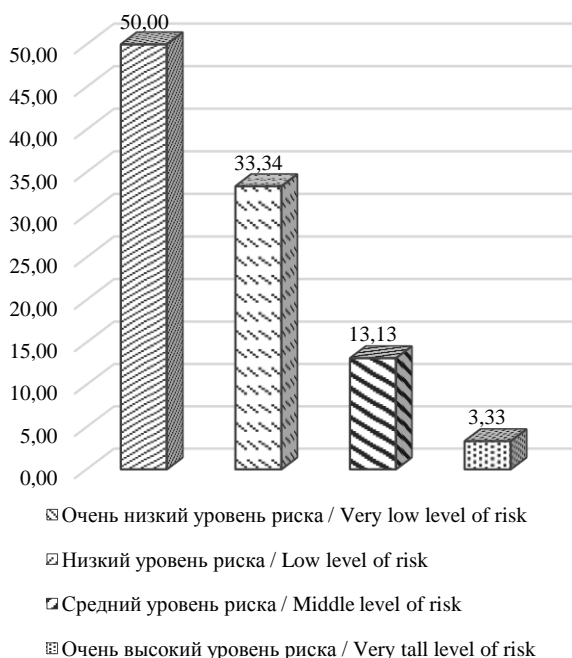


Рисунок 1. Уровни биологического риска по Рязанской области в 2018 г. (%)

Figure 1. Biological risk levels in the Ryazan region in 2018 (%)

Корреляционный анализ для уровня биологического риска выше среднего (зооантропонозы) проводили с помощью программы Excel. Зооантропонозы вызывают общие для людей и животных болезни. Может происходить перекрестное заражение через продукцию АПК.

Обсуждение

Рассмотрим *Staphylococcus aureus*. Региональный уровень риска – 7,599. Сначала построим графическую модель динамики биологического риска (рисунок 2).

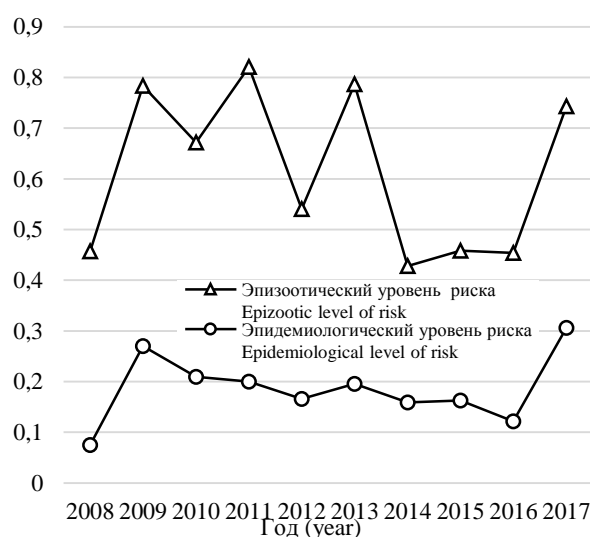


Рисунок 2. Динамика риска заражения *Staphylococcus aureus* по Рязанской области за 10 лет
Figure 2. Dynamics of the risk of infection with *Staphylococcus aureus* in the Ryazan region over 10 years

Затем рассчитаем коэффициент корреляции r для показателей эпидемиологического и эпизоотического риска для *Staphylococcus aureus*:

$$\bar{x} = \sum x_i / n,$$

где \bar{x} – простая средняя арифметическая величина эпидемиологического риска; x_i – показатель эпидемиологического риска за конкретный год; n – количество лет;

$$\bar{y} = \sum y_i / n,$$

где \bar{y} – простая средняя арифметическая величина эпизоотического риска; y_i – показатель эпизоотического риска за конкретный год; n – количество лет;

$$r = \sum dx dy / \sqrt{(\sum(dx)^2 \times \sum(dy)^2)},$$

где $dx = x_i - \bar{x}$, $dy = y_i - \bar{y}$.

Таблица 2.
Динамика уровня риска заражения *Staphylococcus aureus* по Рязанской области за 10 лет

Table 2.
Dynamics of the risk level of infection with *Staphylococcus aureus* in the Ryazan region over 10 years

| Годы Years | Уровни риска Levels of risk | |
|---------------|---|---|
| | Эпидемиологический уровень риска Epidemiological level of risk | Эпидемиологический уровень риска Epidemiological level of risk |
| 2008 | 0,0751 | 0,3818 |
| 2009 | 0,2701 | 0,5137 |
| 2010 | 0,2094 | 0,4625 |
| 2011 | 0,1998 | 0,6210 |
| 2012 | 0,1656 | 0,3750 |
| 2013 | 0,1959 | 0,5910 |
| 2014 | 0,1590 | 0,2688 |
| 2015 | 0,1630 | 0,2956 |
| 2016 | 0,1218 | 0,3320 |
| 2017 | 0,3061 | 0,4370 |

Рассчитаны средние величины и коэффициент корреляции (таблица 3):

$$\bar{x} = (0,0751+0,2701+0,2094+0,1998+0,1656+0,1959+0,1590+0,1630+0,1218+0,3061) / 10 = 0,1866$$

$$\bar{y} = (0,3818+0,5137+0,4625+0,6210+0,3750+0,5910+0,2688+0,2956+0,3320+0,4370) / 10 = 0,4278$$

Таблица 3.
Расчёт показателей корреляции для эпидемиологического и эпизоотического уровней риска для *Staphylococcus aureus* по Рязанской области за 10 лет

Table 3.
Calculation of correlation indicators for epidemiological and epizootic risk levels for *Staphylococcus aureus* in the Ryazan region over 10 years

| Годы Years | x | y | dx | dy | (dx) ² | (dy) ² | dxdy |
|--|--------|--------|---------|---------|-------------------|-------------------|--------|
| 2008 | 0,0751 | 0,3818 | -0,1115 | -0,0460 | 0,0124 | 0,0021 | 0,0051 |
| 2009 | 0,2701 | 0,5137 | 0,0835 | 0,0859 | 0,0070 | 0,0074 | 0,0072 |
| 2010 | 0,2094 | 0,4625 | 0,0228 | 0,0347 | 0,0005 | 0,0012 | 0,0008 |
| 2011 | 0,1998 | 0,6210 | 0,0132 | 0,1932 | 0,0002 | 0,0373 | 0,0026 |
| 2012 | 0,1656 | 0,3750 | -0,0210 | -0,0528 | 0,0004 | 0,0028 | 0,0011 |
| 2013 | 0,1959 | 0,5910 | 0,0093 | 0,1632 | 0,0001 | 0,0266 | 0,0015 |
| 2014 | 0,1590 | 0,2688 | -0,0276 | -0,1590 | 0,0008 | 0,0253 | 0,0044 |
| 2015 | 0,1630 | 0,2956 | -0,0236 | -0,1322 | 0,0006 | 0,0175 | 0,0031 |
| 2016 | 0,1218 | 0,3320 | -0,0648 | -0,0958 | 0,0042 | 0,0092 | 0,0062 |
| 2017 | 0,3061 | 0,4370 | 0,1195 | 0,0092 | 0,0143 | 0,0001 | 0,0011 |
| Средняя арифметическая Arithmetic mean | 0,1866 | 0,4278 | | | | | |
| Сумма (Σ) Amount (Σ) | | | | | 0,0404 | 0,1295 | 0,0331 |

$$r = 0,0331 / \sqrt{(0,0404 \times 0,1295)} = 0,0331 / 0,0723 = 0,4578 \approx 0,5$$

Шкала оценки корреляции: $r < 0,5$ – слабая взаимосвязь (низкий уровень опасности). Нет угрозы эпидемии. Необходим контроль за производством, транспортировкой и переработкой сырья и готовой продукции;

$0,5 \leq r < 0,75$ – средняя взаимосвязь (средний уровень опасности). Нет угрозы эпидемии на данный момент, но при росте динамики может быть индикатором возможных вспышек заболеваемости животных в хозяйствах. Важно регулярно мониторить данные о динамике биологического риска как на перерабатывающем предприятии, так и в хозяйствах-поставщиках сырьевой продукции животного происхождения;

$0,75 \leq r \leq 1$ – сильная взаимосвязь (высокий уровень опасности). Есть угроза эпидемии. Нужна аудиторская проверка на перерабатывающем предприятии и в хозяйствах-поставщиках. Если угроза распространения подтвердится, то сообщить в ветеринарные и эпидемиологические службы района или региона;

при $r = 0,5$ существует средняя взаимосвязь уровней эпидемиологического и эпизоотического риска для *Staphylococcus aureus*. Это не несет угрозы эпидемии на данный момент, но при росте динамики может быть индикатором возможных вспышек заболеваемости, в том числе с распространением инфекции от животных как при непосредственном контакте, так и с продукцией АПК [6-10].

Заключение

Данную методику могут использовать специалисты по работе с хозяйствами, менеджеры по закупкам сырья, специалисты по менеджменту качества и риск-менеджеры перерабатывающих предприятий, ветеринарные специалисты хозяйств, ветеринарных станций и инспекций,

медицинские специалисты учреждений санитарно-эпидемиологического надзора. Анализ может проводиться с периодичностью от 1 раза в месяц до 1 раза в год.

По результатам анализа уровня биологических рисков ветеринарными и медицинскими специалистами разрабатывается комплекс мероприятий по их минимизации и контролю.

Литература


- 1 Кострова Ю.Б. К вопросу об управлении продовольственной безопасностью Рязанской области // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: материалы III Международной научной конференции. Донецк: ДонГУ, 2018. С. 303–305.
- 2 Новак А.И., Ляшук Ю.О. Анализ и оценка факторов риска бактериальной этиологии, значимых при производстве и переработке пищевой продукции // Современные аспекты биобезопасности продукции животноводства: материалы Всероссийской научно-практической конференции 16 октября 2018 года. Орёл: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2018. С. 82–90.
- 3 Carneau S., Martin N.I., Vederas J.C. Two-peptide bacteriocins produced by lactic acid bacteria // *Biochemie*. 2002. V. 84. P. 577–592.
- 4 Lee K. *Mitochondria and the Future of Medicine: The Key to Understanding Disease, Chronic Illness, Aging, and Life Itself*. Chelsea Green Publishing Co, 2018. 272 p.
- 5 Murray P.R. *Basic Medical Microbiology*. Elsevier Health Sciences, 2017. 240 p.
- 6 Yadav S. Correlation analysis in biological studies // *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*. 2018. V. 4. № 2. P. 116–121.
- 7 Porter J.R., Xie L., Challinor A.J., Cochrane K. et al. Food security and food production systems. 2017.
- 8 Garibaldi L.A., Gemmill-Herren B., D'Annolfo R., Graeb B.E. et al. Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security // *Trends in ecology & evolution*. 2017. V. 32. № 1. P. 68–80.
- 9 Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Рапопорт И.К., Шубочкина Е. и др. Популяционное здоровье детского населения, риски здоровью и санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся: проблемы, пути решения, технологии деятельности // *Гигиена и санитария*. 2017. Т. 96. № 10.
- 10 Балдов Д.В., Суслов С.А. Методика расчета уровня продовольственной безопасности // *Вестник НГИЭИ*. 2016. № 1 (56).

References

- 1 Kostrova Yu.B. On the issue of food safety management in the Ryazan region. *Donetsk Readings 2018: Education, Science, Innovation, Culture and the Challenges of the Present: materials of the III International Scientific Conference*. Donetsk, DSU, 2018. pp. 303–305. (Russian).
- 2 Novak A.I., Lyashchuk Yu.O. Analysis and assessment of risk factors of bacterial etiology, significant in the production and processing of food products. *Modern aspects of biosafety of livestock products: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference on October 16, 2018*. Orel, Orel GAU, 2018. pp. 82–90. (Russian).
- 3 Carneau S., Martin N.I., Vederas J.C. Two-peptide bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *Biochemie*. 2002. vol. 84. pp. 577–592.
- 4 Lee K. *Mitochondria and the Future of Medicine: The Key to Understanding Disease, Chronic Illness, Aging, and Life Itself*. Chelsea Green Publishing Co, 2018. 272 p.
- 5 Murray P.R. *Basic Medical Microbiology*. Elsevier Health Sciences, 2017. 240 p.
- 6 Yadav S. Correlation analysis in biological studies. *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*. 2018. vol. 4. no. 2. pp. 116–121.
- 7 Porter J.R., Xie L., Challinor A.J., Cochrane K. et al. Food security and food production systems. 2017.
- 8 Garibaldi L.A., Gemmill-Herren B., D'Annolfo R., Graeb B.E. et al. Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security. *Trends in ecology & evolution*. 2017. vol. 32. no. 1. pp. 68–80.
- 9 Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Rapoport I.K., Shubochkina E. et al. Population health of children, health risks and sanitary and epidemiological well-being of students: problems, solutions, technology. *Hygiene and sanitation*. 2017. vol. 96. no. 10.
- 10 Baldov D.V., Suslov S.A. Methodology for calculating the level of food security. *Bulletin NGIEI*. 2016. no. 1 (56).


Сведения об авторах

Александра И. Новак д.б.н., кафедра микробиологии, Рязанский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова, ул. Шевченко, 34, г. Рязань, Россия, marieta69@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0345-7316>

Information about authors


Aleksandra I. Novak Dr. Sci. (Biol.), professor, microbiology department, Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlova, Shevchenko str., 34, Ryazan, Russia, marieta69@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0345-7316>

Юлия О. Лящук доцент, кафедра бизнеса и управления, Московский университет имени С.Ю. Витте (филиал в г. Рязань), Первомайский проспект, 62, г. Рязань, Россия, ularzn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3612-1707>

Yuliya O. Lyashchuk associate professor, business and managemen department, Moscow University named after S.Yu. Witte (Ryazan branch), Pervomaisky avenue, 62, Ryazan, Russia, ularzn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3612-1707>

Вклад авторов

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Contribution

Authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Поступила 07/11/2019 | После редакции 18/11/2019 | Принята в печать 29/11/2019 |
| Received 07/11/2019 | Accepted in revised 18/11/2019 | Accepted 29/11/2019 |