

УДК 619:676.807.7:579.678:579.672

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-27-37

Ю.О. Лящук<sup>1</sup>, ✉  
К.А. Иванищев<sup>2</sup>,  
А.А. Кудрявцев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Россия

<sup>2</sup> Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Рязань, Россия

✉ ularzn@mail.ru

Поступила в редакцию:  
09.09.2022

Одобрена после рецензирования:  
15.12.2022

Принята к публикации:  
15.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-27-37

Yulia O. Lyashchuk<sup>1</sup>, ✉  
Konstantin A. Ivanishchev<sup>2</sup>,  
Alexander A. Kudryavtsev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

✉ ularzn@mail.ru

Received by the editorial office:  
09.09.2022

Accepted in revised:  
15.12.2022

Accepted for publication:  
15.03.2023

## Trend-анализ биологических угроз для пищевых производств на основе корреляционной зависимости между алиментарно-обусловленными инфекционными и паразитарными заболеваниями животных и людей

### РЕЗЮМЕ

В статье приведены аналитические данные оценки циклических тенденций заболеваемости и летальности, корреляционный анализ заболеваемости, обусловленной зооантропонозами, и trend-анализа биологических угроз на основе статистических данных по Рязанской области с 2017 по 2021 гг. Данный анализ позволил составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами, и выявить корреляционную зависимость между заболеваемостью людей и животных.

Наибольший балловый ранг (2,208) и коэффициент корреляции (0,88) характерны для туберкулеза, вызываемого микобактериями. Данное заболевание является зооантропонозом и относится к особо опасным. Второе место тренда занимают бактерии рода *Salmonella* (балловый ранг — 1,362, коэффициент корреляции — 0,75). Третье, четвертое и пятое место тренда занимают острые кишечные инфекции, вызываемые золотистым стафилококком (балловый ранг — 0,577, коэффициент корреляции — 0,79), колиформными бактериями *Escherichia* (балловый ранг — 0,397, коэффициент корреляции — 0,82), *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* (балловый ранг — 0,308, коэффициент корреляции — 0,87).

**Ключевые слова:** биологическая опасность, пищевой путь передачи, зооантропонозы, контроль качества, безопасность продуктов питания, антибиотикорезистентность, мутагенные факторы, мутагенез

**Для цитирования:** Лящук Ю.О., Иванищев К.А., Кудрявцев А.А. Trend-анализ биологической опасности для пищевых производств на основе корреляционной зависимости между алиментарно-обусловленными инфекционными и паразитарными заболеваниями животных и людей. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 27–37. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-27-37>

© Лящук Ю.О., Иванищев К.А., Кудрявцев А.А.

## Trend-analysis of biological hazard for food production based on the correlation between alimentary-caused infectious and parasitic diseases of animals and humans

### ABSTRACT

The article presents analytical data for assessing cyclical trends in morbidity and mortality, correlation analysis of morbidity due to zoonoses, and trend analysis of biological threats based on statistical data for the Ryazan region from 2017 to 2021. This analysis made it possible to compile a matrix of pairwise Pearson correlation coefficients for infectious and parasitic diseases of animals and humans, which are zoonoses, and to reveal a correlation between the incidence of humans and animals.

The highest score rank (2.208) and correlation coefficient (0.88) are typical for tuberculosis caused by mycobacteria. This disease is zoonosis and is particularly dangerous. The second place of the trend is occupied by bacteria of the genus *Salmonella* (point rank — 1.362, correlation coefficient — 0.75). The third, fourth and fifth places of the trend are occupied by acute intestinal infections caused by *Staphylococcus aureus* (score rank — 0.577, correlation coefficient — 0.79), *Escherichia coli* form bacteria (score rank — 0.397, correlation coefficient — 0.82), *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* (score rank — 0.308, correlation coefficient — 0.87).

**Key words:** biological hazard, food route of transmission, zoonoses, quality control, food safety, antibiotic resistance, mutagenic factors, mutagenesis

**For citation:** Lyashchuk Yu.O., Ivanishchev K.A., Kudryavtsev A.A. Trend-analysis of biological hazard for food production based on the correlation between alimentary-caused infectious and parasitic diseases of animals and humans. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 27–37. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-27-37> (In Russian).

© Lyashchuk Yu.O., Ivanishchev K.A., Kudryavtsev A.A.

## Введение / Introduction

В последние десятилетия всё чаще звучит тревожный лейтмотив массового применения биологического оружия. Такая потенциальная опасность, безусловно, существует, поскольку биологическое оружие имеет ряд преимуществ в виде отсутствия масштабных разрушений инфраструктуры человеческих поселений и экологических ниш. Негативному влиянию, как правило, подвергаются восприимчивые организмы, не имеющие иммунной защиты и находящиеся в зоне поражения. При этом одним из явных недостатков биооружия является высокая вероятность потери контроля над распространением возбудителя и его склонностью к мутагенезу [1–3].

Минимизация уровня неопределенности в управлении факторами биологического риска (возбудителями заболеваний, которые могут нанести ущерб жизни и здоровью), позволит перейти от тестирования в условиях лаборатории и экспериментов на небольших группах испытуемых к более масштабной апробации [4, 5].

К факторам биологического риска относятся возбудители инфекционных и паразитарных заболеваний различной этиологии, а также их токсины, представляющие опасность для нормальной жизнедеятельности людей, животных, растений и функционирования природных экосистем и биоценозов [6].

Применение технологий синтетической биологии при работе с генетическим материалом послужило расширению перечня патогенных биологических объектов, в который, помимо факторов биологического риска бактериальной, вирусной (вирусы и вириды), микологической (грибы и дрожжеподобные организмы), паразитарной (гельминты, паукообразные (клещи), насекомые и их личинки) и протозойной этиологии, были включены прионы (белковоподобные инфекционные частицы), инсерционные последовательности (Is-элементы), ДНК-транспозоны (бактериальные транспозоны, эукариотические транспозоны), ретротранспозоны (вирусные и невирусные), плазмиды и другие мобильные генетические элементы (МГЭ).

В настоящее время уделяется большое внимание мониторингу новых патогенных биологических объектов, поскольку список опасностей периодически пополняется в результате направленных генетических манипуляций, являющихся результатом деятельности человека.

В связи с этим возникает множество споров вокруг генно-модифицированных организмов (ГМО). Особый интерес представляет содержание ГМО в пищевом сырье и продуктах питания. По данным Роспотребнадзора за 2017–2021 гг., оборот пищевых продуктов, содержащих ГМО, колеблется от 0,9 до 1 % [7], что, безусловно, является относительным показателем, поскольку популярность использования ГМО в пищевой индустрии и сельском хозяйстве базируется на экономическом аспекте, позволяющем увеличить урожайность и снизить себестоимость готовой продукции.

Алиментарно-обусловленные факторы биологического риска представляют собой возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний различной этиологии, передающихся с пищевой продукцией (включая питьевую бутилированную воду).

Алиментарно-обусловленные факторы биологического риска играют важную роль в развитии онкологических заболеваний органов пищеварительной системы. При этом алиментарный (пищевой) путь передачи является ведущим в данном процессе. Распространение алиментарно-обусловленных инфекционных и парази-

тарных заболеваний в первую очередь связано с наличием группы заболеваний, общих для животных и людей (зооантропонозов).

Ряд авторов [9–11] придерживаются мнения, что присутствие ГМО в продуктах питания может увеличивать риск пищевых аллергий и являться фактором роста онкологических заболеваний среди населения.

Пищевые ГМО наряду с алиментарно-обусловленными факторами биологического риска представляют собой широкое поле мониторинга для специалистов в области пищевой безопасности [8].

Цель исследования — проведение trend-анализа биологических угроз для пищевых производств.

Задачи исследования:

- актуализировать перечень алиментарно-обусловленных факторов биологического риска, значимых для пищевых производств;
- на основе статистических данных по Рязанской области составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами;
- провести корреляционный анализ связи между заболеваемостью людей и животных;
- провести trend-анализ биологических угроз для пищевых производств Рязанской области.

## Материалы и методы исследования / Material and methods

Проведение аналитической работы было построено на статистических данных о динамике заболеваемости и летальности людей, предоставленных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Рязанской области». Корреляционный анализ связи между заболеваемостью людей и животных проводился на основании данных, предоставленных Главным управлением ветеринарии Рязанской области.

В ходе проведения исследований применялись статистические методы анализа и оценки циклических тенденций заболеваемости и летальности, корреляционного анализа заболеваемости, обусловленной зооантропонозами, и trend-анализа биологических угроз.

Статистический анализ проводился на материалах Рязанской области и охватывал период с 2017 по 2021 год. Расчеты были выполнены в программном пакете Statistica 6.0.

Анализ и оценка циклических тенденций заболеваемости и летальности были проведены с целью расчета вероятностей летального исхода от различных заболеваний и причин смерти для жителей Рязанской области (результаты анализа на рис. 1).

Анализ заболеваемости, проведенный на основе статистических данных по Рязанской области, позволил составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами, и выявить корреляционную зависимость между ними [14]. Результаты анализа представлены в таблице 1.

При проведении анализа использовались следующие обозначения:

$r$  — коэффициент корреляции;

$Y_j = \bar{1}, j$  — заболевания животных;

$Z_k = \bar{1}, k$  — заболевания людей.

Шкала оценки корреляции:

$r \geq 0,5$  — связь сильная (9 баллов);

$0,3 \leq r \leq 0,5$  — связь средняя (3 балла);

$r \leq 0,3$  — связь слабая или отсутствует (0 баллов).

Результаты анализа представлены в таблицах 2–4 и на рисунках 2–9.

Trend-анализ проводился с целью выявления тенденций формирования биологических угроз, актуальных для пищевых производств.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

На первом этапе аналитической работы были проведены анализ и оценка циклических тенденций заболеваемости и летальности людей на основании данных, предоставленных Центром гигиены и эпидемиологии Рязанской области за 2017–2021 гг. Полученные в результате анализа вероятности летального исхода от различных заболеваний и причин смерти для жителей Рязанской области представлены на рисунке 1.

Анализ рисунка показывает, что наибольшие вероятности летального исхода имеют сердечно-сосудистые заболевания (в частности, болезни системы кровообращения, цереброваскулярные заболевания и ишемическая болезнь сердца), которые занимают первое место в рейтинге смертности населения не только в России, но и в мире. На втором месте находятся онкологические заболевания, третье место занимают болезни органов дыхания, четвертое — болезни органов пищеварения. Замыкают пятерку инфекционные и паразитарные заболевания.

Циклический анализ заболеваемости и причин смертности позволяет не только рассчитать прямые вероятности, но и учесть их синергическое влияние на организм.

Довольно часто причина смерти является следствием не одного заболевания, а целого комплекса хронических процессов. Например, довольно часто диагноз «ХОБЛ» (хроническая обструктивная болезнь легких) как причина смерти является результатом синергического взаимодействия инфекционных факторов и ослабленной сердечно-сосудистой системы. Однако по критерию летальности причина смерти будет отнесена к болезням органов дыхания. При этом первопричиной будет являться инфекционный фактор, запустивший деструктивные процессы в тканях легких.

Данная тенденция распространяется на многие причины летальности. Синергическое взаимодействие с инфекционными и паразитарными факторами биологического риска характерно не только для заболеваний органов дыхания, но также для болезней органов пищеварения, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Мнения ученых (касаемо причин данной тенденции) представлены двумя крупными направлениями исследований мутагенных факторов, к которым относятся физические (различные виды излучений), химические (арбитражное применение антимикробных препаратов) и биологические факторы (мутации в результате взаимодействия с различным генетическим материалом, в том числе и целенаправленное создание ГМО).

Ряд авторов [14–16] указывают на взаимосвязь роста уровня вышеописанных заболеваний с ростом уровня электромагнитного загрязнения, в том числе фона сверхвысокочастотного излучения (СВЧ). Человеческий организм не обладает достаточно развитым сенсорным аппаратом для распознавания электромагнитных излучений (ЭМИ) нетепловой интенсивности, в связи с чем люди практически не ощущают негативного воздействия на свой организм непосредственно во время его осуществления. Зачастую последствия можно наблюдать только по прошествии значительного периода времени, при этом картина расстройств электромагнитной природы будет неспецифичной по набору клинических признаков и практически дифференциально недиагностируемой от заболеваний иной этиологии с аналогичными проявлениями.

При интенсивности ЭМИ СВЧ-диапазона 15 мВт/см<sup>2</sup> и выше наблюдается эффект теплового воздействия на облучаемые объекты (в том числе и биологические). Влияние ЭМИ интенсивностью ниже 15 мВт/см<sup>2</sup> на биологические объекты рассматривает теория нетеплового специфического воздействия микроволн.

Наиболее восприимчивыми к воздействию электромагнитных излучений (ЭМИ) диапазона 300 МГц — 300 ГГц являются жидкие соединительные ткани (кровь, лимфа, тканевая жидкость) и ткани-флюиды с высоким содержанием воды (цереброспинальная и синовиальная жидкости, внутриглазная жидкость (водянистая влага), стекловидное тело, хрусталик и другие).

ЭМИ оказывают влияние на клеточном уровне как на макро-, так и на микроорганизмы. Согласно теории нетеплового специфического воздействия микроволн, в биологических объектах с высоким содержанием жидкости происходят резонансные взаимодействия макромолекул (в том числе белковых) и поляризация молекул воды, что приводит к нарушению физико-химического гомеостаза и электромагнитному поражению объекта. Степень причиненного ущерба будет зависеть от силы,

Рис. 1. Вероятности летального исхода от различных заболеваний и причин смерти для жителей Рязанской области

Fig. 1. Probabilities of death from various diseases and causes of death for residents of the Rязan region



длительности и частотности негативного воздействия и компенсаторных возможностей организма.

У людей в первую очередь негативному воздействию факторов электромагнитной этиологии подвержены сердечно-сосудистая, нервная и эндокринная системы, у микроорганизмов бактериальной и протозойной природы могут запускаться мутационные процессы с целью адаптации и поддержания гомеостаза клетки.

Также довольно распространенной является теория лекарственных мутаций [8–10, 12, 17], которая находит подтверждение в исследованиях процесса появления антибиотико-резистентных штаммов микроорганизмов, а также образования L-форм бактерий, которые приводят к длительному носительству и хроническим формам инфекции латентного характера. В результате чего здоровье человека медленно и еле заметно разрушается под воздействием инфекционных агентов, что в итоге может привести к летальному исходу при резком ослаблении иммунитета или сильном стрессе. При этом официальной причиной смерти во многих случаях будет диагностически признано соматическое, а не инфекционное заболевание.

По официальным данным медицинской статистики [8, 12, 17], первопричиной 1/3 сердечно-сосудистых и 1/5 онкологических заболеваний являются инфекционные и паразитарные факторы биологического риска.

Динамика смертности в нашей стране имеет ряд особенностей. В частности, наблюдаются половозрастные различия летальности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Мужская летальность (МЛ) от сердечно-сосудистых заболеваний превышает женскую (ЖЛ) скачкообразно:

30–39 лет — МЛ > ЖЛ в 10 раз;

40–49 лет — МЛ > ЖЛ в 3 раза;

50–59 лет — МЛ > ЖЛ в 2 раза.

60–70<sup>+</sup> лет — показатели смертности начинают выравниваться.

Доля мужчин, умерших от всех причин до пенсионного возраста, составляет 3/4, в то время как доля женщин — 1/4.

Мужская летальность от онкологических заболеваний превышает женскую в среднем в два раза, относительно равномерно распределяясь по возрастному отрезку от 30 до 70<sup>+</sup> лет [12].

По общемировым данным [12], на первом месте находится онкология дыхательных путей (преимущественно легких), второе место занимает онкология органов репродуктивной системы (рак шейки матки, яичников, тестикул, молочной и предстательной железы), третье место (без существенной разницы в показателях) — рак желудка и рак толстой кишки. При этом показатели смертности от онкологии органов желудочно-кишечного тракта неуклонно растут.

Рост смертности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний связывают с внешними причинами:

- курение (в том числе и пассивное) и употребление алкоголя способствуют развитию сердечно-сосудистых заболеваний, рака легких, полости рта, пищевода и поджелудочной железы;

- низкокачественное питание и дисбалансированный рацион способствуют развитию ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний, рака различных отделов кишечника и поджелудочной железы;

- загрязнение окружающей среды химическими веществами и различными типами излучений способствует снижению иммунитета и развитию широкого

спектра онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний;

- активные мутационные процессы патогенных биологических объектов в результате воздействия химических и физических факторов, влияющих на наследственность и изменчивость организмов различной этиологии (по данным медицинской статистики [8, 12, 17], первопричиной 1/3 сердечно-сосудистых и 1/5 онкологических заболеваний являются инфекционные и паразитарные факторы биологического риска (в том числе алиментарно-обусловленные). Например, простейшее *Chlamydia trachomatis* и вирус папилломы человека являются факторами риска развития рака шейки матки, вирусы гепатитов В и С — факторы развития рака печени, бактерии *Helicobacter pylori* — фактор развития рака желудка, ВИЧ — фактор развития саркомы Капоши.

Анализируя вышеизложенную информацию, необходимо отметить, что алиментарно-обусловленные факторы биологического риска играют важную роль в развитии онкологических заболеваний органов пищеварительной системы. При этом алиментарный (пищевой) путь передачи является ведущим в данном процессе. Распространение алиментарно-обусловленных инфекционных и паразитарных заболеваний в первую очередь связано с наличием группы заболеваний, общих для животных и людей (зооантропонозов). Заражение сельскохозяйственных и промысловых животных биопатогенами происходит при контакте с инфицированными объектами окружающей среды (включая природно-очаговые заболевания), зараженными животными, через корма и питьевую воду и другими путями, приводящими к началу заболевания у продуктивных животных, продукты жизнедеятельности которых потом используют в качестве сырья для производства продуктов питания (мясо, молоко, яйца, рыба и другая продукция).

Повышение заболеваемости сельскохозяйственных и промысловых животных может представлять серьезную опасность для эпидемиологического благополучия людей по параметру алиментарного пути передачи патогенных биологических объектов даже в случае надлежащего фитосанитарного и ветеринарного контроля пищевой безопасности.

Корреляционный анализ связи между заболеваемостью людей и животных проводился на основании данных, предоставленных Центром гигиены и эпидемиологии Рязанской области и Главным управлением ветеринарии Рязанской области с 2017 по 2021 г.

Анализ заболеваемости, проведенный на основе статистических данных по Рязанской области, позволил составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами, и выявить корреляционную зависимость между заболеваемостью людей и животных. Результаты анализа представлены в таблицах 1–4 и на рисунках 2–9.

Анализ данных (табл. 1) показывает, что выполненный корреляционный анализ установил различную степень связи между заболеваниями животных и людей, а также между данными в указанных группах.

На рисунках 2, 3 представлены корреляционные зависимости заболеваемости людей туберкулезом в прямой и косвенной зависимости от заболеваемости животных туберкулезом и сальмонеллезом.

Анализ данных показывает, что между заболеваемостью туберкулезом людей и животных наблюдается

Таблица 1. Матрица попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей

Table 2. Matrix of pairwise Pearson correlation coefficients for infectious and parasitic diseases of animals and humans

| Показатели                                | Y <sub>1</sub> — Tuberculosis | Y <sub>2</sub> — Mastitis (S. aureus) | Y <sub>3</sub> — Leptospirosis | Y <sub>4</sub> — Colibacillosis | Y <sub>5</sub> — Salmonellosis | Y <sub>6</sub> — Fasciollosis | Y <sub>7</sub> — Echinococcosis | Y <sub>8</sub> — Тенирихоз | Z <sub>1</sub> — Tuberculosis | Z <sub>2</sub> — IIA (S. aureus) | Z <sub>3</sub> — Leptospirosis | Z <sub>4</sub> — IIA (E. coli) | Z <sub>5</sub> — IIA (CGB) | Z <sub>6</sub> — Salmonellosis | Z <sub>7</sub> — Shigellosis | Z <sub>8</sub> — IIA (rotavirus infectio) | Z <sub>9</sub> — Giardiasis | Z <sub>10</sub> — Enterobiasis | Z <sub>11</sub> — Ascariasis | Z <sub>12</sub> — Тенирихоз | Z <sub>13</sub> — Echinococcosis | Z <sub>14</sub> — Opisthorchiasis |
|---|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Y <sub>1</sub> — Tuberculosis             | 1,00                          | 0,38                                  | -0,04                          | 0,11                            | 0,59                           | 0,13                          | -0,07                           | -0,02                      | 0,88                          | 0,31                             | -0,04                          | 0,32                           | 0,37                       | 0,51                           | 0,10                         | -0,09                                     | 0,02                        | 0,03                           | 0,01                         | -0,32                       | -0,41                            | -0,08                             |
| Y <sub>2</sub> — Mastitis (S. aureus)     | 0,38                          | 1,00                                  | -0,21                          | 0,54                            | 0,31                           | 0,03                          | 0,09                            | 0,04                       | 0,02                          | 0,79                             | -0,43                          | 0,53                           | 0,58                       | 0,35                           | 0,03                         | -0,10                                     | 0,14                        | 0,01                           | 0,02                         | -0,48                       | -0,59                            | -0,22                             |
| Y <sub>3</sub> — Leptospirosis            | -0,04                         | -0,21                                 | 1,00                           | -0,08                           | -0,02                          | -0,34                         | -0,01                           | -0,52                      | -0,01                         | -0,07                            | 0,32                           | -0,11                          | -0,08                      | -0,04                          | 0,02                         | -0,04                                     | 0,07                        | -0,01                          | -0,02                        | -0,13                       | -0,16                            | -0,21                             |
| Y <sub>4</sub> — Colibacillosis           | 0,11                          | 0,54                                  | -0,08                          | 1,00                            | 0,33                           | -0,01                         | -0,06                           | -0,09                      | -0,02                         | 0,31                             | 0,12                           | 0,87                           | 0,82                       | 0,34                           | 0,31                         | 0,12                                      | -0,06                       | -0,08                          | -0,02                        | -0,14                       | -0,07                            | -0,17                             |
| Y <sub>5</sub> — Salmonellosis            | 0,59                          | 0,31                                  | -0,02                          | 0,33                            | 1,00                           | -0,14                         | -0,01                           | -0,26                      | -0,04                         | 0,31                             | -0,17                          | 0,31                           | 0,38                       | 0,75                           | 0,32                         | 0,01                                      | 0,03                        | 0,01                           | 0,02                         | -0,11                       | -0,09                            | -0,14                             |
| Y <sub>6</sub> — Fasciollosis             | 0,13                          | 0,03                                  | -0,34                          | -0,01                           | -0,14                          | 1,00                          | 0,25                            | 0,14                       | -0,18                         | -0,22                            | -0,35                          | -0,28                          | -0,31                      | -0,42                          | -0,34                        | -0,30                                     | -0,24                       | 0,03                           | 0,01                         | -0,08                       | -0,05                            | -0,14                             |
| Y <sub>7</sub> — Echinococcosis           | -0,07                         | 0,09                                  | -0,01                          | -0,06                           | -0,01                          | 0,25                          | 1,00                            | 0,12                       | -0,74                         | -0,52                            | -0,49                          | -0,65                          | -0,69                      | -0,41                          | -0,44                        | -0,57                                     | -0,27                       | 0,02                           | 0,01                         | 0,02                        | 0,44                             | -0,11                             |
| Y <sub>8</sub> — Тенирихоз                | -0,02                         | 0,04                                  | -0,52                          | -0,09                           | -0,26                          | 0,14                          | 0,12                            | 1,00                       | -0,58                         | -0,55                            | -0,51                          | -0,58                          | -0,66                      | -0,53                          | -0,48                        | -0,59                                     | -0,22                       | 0,01                           | 0,01                         | 0,27                        | -0,14                            | -0,24                             |
| Z <sub>1</sub> — Tuberculosis             | 0,88                          | 0,02                                  | -0,01                          | -0,02                           | -0,04                          | -0,18                         | -0,74                           | -0,58                      | 1,00                          | 0,21                             | 0,11                           | 0,24                           | 0,28                       | 0,18                           | 0,13                         | 0,17                                      | -0,14                       | 0,03                           | 0,01                         | -0,11                       | -0,15                            | -0,01                             |
| Z <sub>2</sub> — IIA (S. aureus)          | 0,31                          | 0,79                                  | -0,07                          | 0,31                            | 0,31                           | -0,22                         | -0,52                           | -0,55                      | 0,21                          | 1,00                             | 0,03                           | 0,33                           | 0,36                       | 0,31                           | 0,08                         | -0,07                                     | -0,02                       | 0,01                           | 0,01                         | -0,48                       | -0,54                            | -0,27                             |
| Z <sub>3</sub> — Leptospirosis            | -0,04                         | -0,43                                 | 0,32                           | 0,12                            | -0,17                          | -0,35                         | -0,49                           | -0,51                      | 0,11                          | 0,03                             | 1,00                           | 0,05                           | 0,12                       | 0,07                           | 0,02                         | 0,02                                      | -0,04                       | 0,01                           | 0,01                         | -0,57                       | -0,49                            | -0,31                             |
| Z <sub>4</sub> — IIA (E. coli)            | 0,32                          | 0,53                                  | -0,11                          | 0,87                            | 0,31                           | -0,28                         | -0,65                           | -0,58                      | 0,24                          | 0,33                             | 0,05                           | 1,00                           | 0,91                       | 0,73                           | 0,52                         | 0,32                                      | 0,38                        | -0,24                          | -0,28                        | -0,61                       | -0,47                            | -0,69                             |
| Z <sub>5</sub> — IIA (CGB)                | 0,37                          | 0,58                                  | -0,08                          | 0,82                            | 0,38                           | -0,31                         | -0,69                           | -0,66                      | 0,28                          | 0,36                             | 0,12                           | 0,91                           | 1,00                       | 0,54                           | 0,47                         | 0,31                                      | 0,33                        | -0,18                          | -0,25                        | -0,57                       | -0,38                            | -0,68                             |
| Z <sub>6</sub> — Salmonellosis            | 0,51                          | 0,35                                  | -0,04                          | 0,34                            | 0,75                           | -0,42                         | -0,41                           | -0,53                      | 0,18                          | 0,31                             | 0,07                           | 0,73                           | 0,54                       | 1,00                           | 0,49                         | 0,15                                      | 0,31                        | 0,04                           | 0,08                         | 0,01                        | 0,01                             | 0,03                              |
| Z <sub>7</sub> — Shigellosis              | 0,10                          | 0,03                                  | 0,02                           | 0,31                            | 0,32                           | -0,34                         | -0,44                           | -0,48                      | 0,13                          | 0,08                             | 0,02                           | 0,52                           | 0,47                       | 0,49                           | 1,00                         | 0,13                                      | 0,32                        | 0,09                           | 0,06                         | 0,01                        | 0,01                             | 0,02                              |
| Z <sub>8</sub> — IIA (Rotavirus infectio) | -0,09                         | -0,10                                 | -0,04                          | 0,12                            | 0,01                           | -0,30                         | -0,57                           | -0,59                      | 0,17                          | -0,07                            | 0,02                           | 0,32                           | 0,31                       | 0,15                           | 0,13                         | 1,00                                      | 0,34                        | 0,11                           | 0,08                         | -0,03                       | -0,08                            | -0,02                             |
| Z <sub>9</sub> — Giardiasis               | 0,02                          | 0,14                                  | 0,07                           | -0,06                           | 0,03                           | -0,24                         | -0,27                           | -0,22                      | -0,14                         | -0,02                            | -0,04                          | 0,38                           | 0,33                       | 0,31                           | 0,32                         | 0,34                                      | 1,00                        | 0,18                           | 0,15                         | -0,07                       | -0,11                            | -0,01                             |
| Z <sub>10</sub> — Enterobiasis            | 0,03                          | 0,01                                  | -0,01                          | -0,08                           | 0,01                           | 0,03                          | 0,02                            | 0,01                       | 0,03                          | 0,01                             | 0,01                           | -0,24                          | -0,18                      | 0,04                           | 0,09                         | 0,11                                      | 0,18                        | 1,00                           | 0,03                         | 0,01                        | 0,02                             | 0,01                              |
| Z <sub>11</sub> — Ascariasis              | 0,01                          | 0,02                                  | -0,02                          | -0,02                           | 0,02                           | 0,01                          | 0,01                            | 0,01                       | 0,01                          | 0,01                             | 0,01                           | -0,28                          | -0,25                      | 0,08                           | 0,06                         | 0,08                                      | 0,15                        | 0,03                           | 1,00                         | 0,03                        | 0,01                             | 0,01                              |
| Z <sub>12</sub> — Тенирихоз               | -0,32                         | -0,48                                 | -0,13                          | -0,14                           | -0,11                          | -0,08                         | 0,02                            | 0,27                       | -0,11                         | -0,48                            | -0,57                          | -0,61                          | -0,57                      | 0,01                           | 0,01                         | -0,03                                     | -0,07                       | 0,01                           | 0,03                         | 1,00                        | 0,02                             | 0,01                              |
| Z <sub>13</sub> — Echinococcosis          | -0,41                         | -0,59                                 | -0,16                          | -0,07                           | -0,09                          | -0,05                         | 0,44                            | -0,14                      | -0,15                         | -0,54                            | -0,49                          | -0,47                          | -0,38                      | 0,01                           | 0,01                         | -0,08                                     | -0,11                       | 0,02                           | 0,01                         | 0,02                        | 1,00                             | 0,02                              |
| Z <sub>14</sub> — Opisthorchiasis         | -0,08                         | -0,22                                 | -0,21                          | -0,17                           | -0,14                          | -0,14                         | -0,11                           | -0,24                      | -0,01                         | -0,27                            | -0,31                          | -0,69                          | -0,68                      | 0,03                           | 0,02                         | -0,02                                     | -0,02                       | 0,01                           | 0,01                         | 0,01                        | 0,02                             | 1,00                              |

Infectioes intestinorum acuta (IIA) — острые кишечные инфекции (ОКИ)  
 Coli group bacteria (CGB) — бактерии группы кишечной палочки (БГКП)

Рис. 2. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей туберкулезом в зависимости от заболеваемости животных туберкулезом

Fig. 2. Scatterplot of the relationship between the incidence of tuberculosis in humans, depending on the incidence of tuberculosis in animals

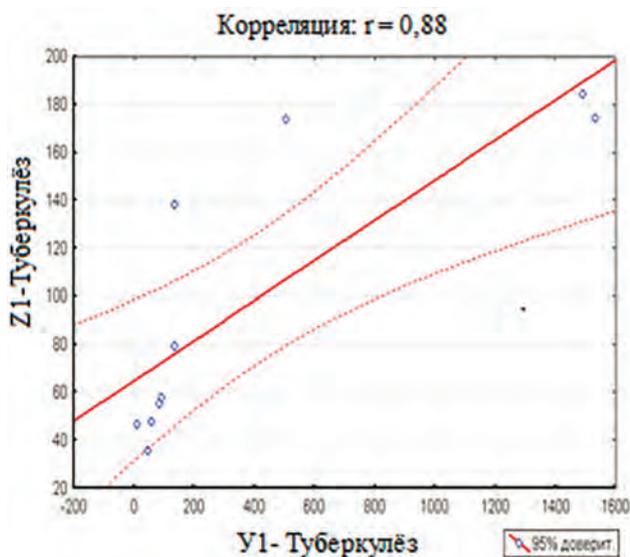


Рис. 3. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей сальмонеллезом в зависимости от заболеваемости животных туберкулезом

Fig. 3. Scatterplot of the relationship between the incidence of salmonellosis in humans, depending on the incidence of tuberculosis in animals

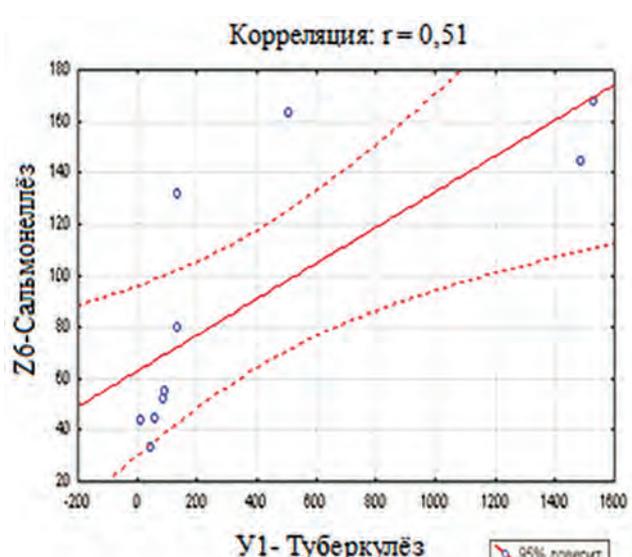


Рис. 4. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными *S. Aureus*, в зависимости от заболеваемости животных стафилококковыми маститами

Fig. 4. Scatterplot of the relationship of humans incidence of acute intestinal infections caused by *S. aureus*, depending on the incidence of staphylococcal mastitis in animals

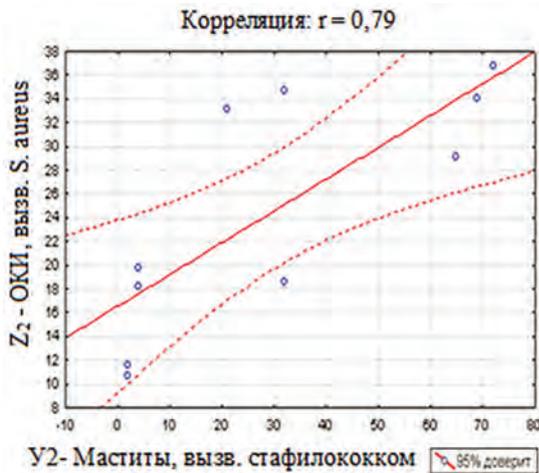


Рис. 6. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными эшерихиями, в зависимости от заболеваемости животных стафилококковыми маститами

Fig. 6. Scatterplot of the relationship between the incidence of people with acute intestinal infections caused by *Escherichia*, depending on the incidence of animals with staphylococcal mastitis

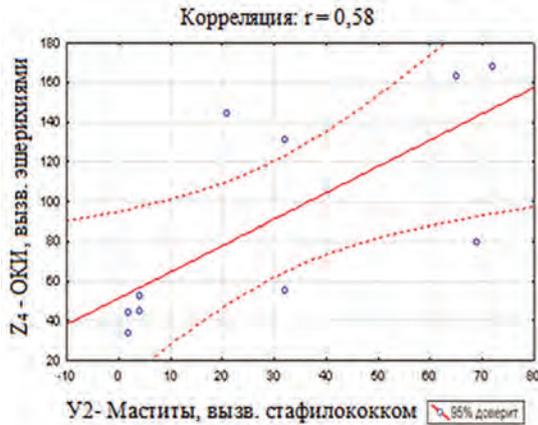


Рис. 8. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными бактериями группы кишечной палочки, в зависимости от заболеваемости животных колибактериозом

Fig. 8. Scatter diagram of the relationship between the incidence of people with acute intestinal infections caused by bacteria of the *Escherichia coli* group, depending on the incidence of colibacillosis in animals

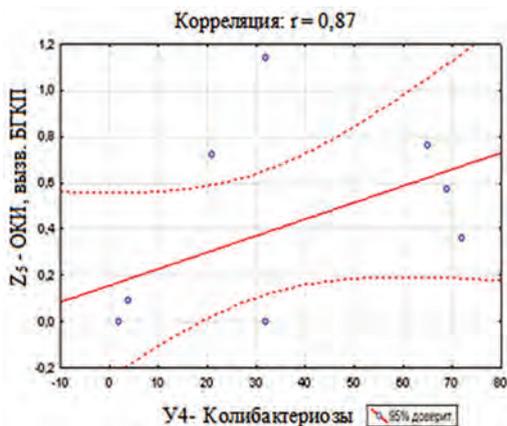


Рис. 5. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными БГКП, в зависимости от заболеваемости животных стафилококковыми маститами

Fig. 5. Scatterplot of the relationship between the incidence of acute intestinal infections caused by CGB in humans, depending on the incidence of staphylococcal mastitis in animals

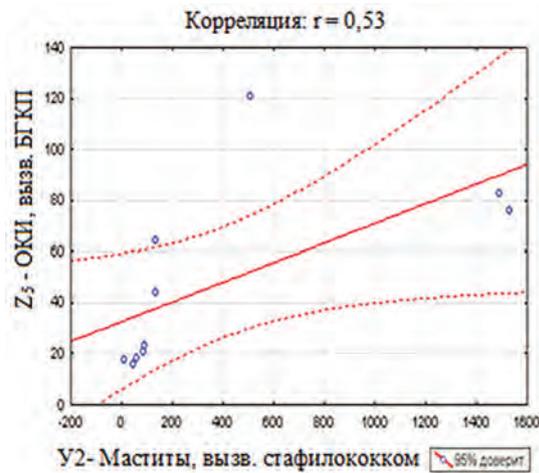


Рис. 7. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей сальмонеллезом в зависимости от заболеваемости животных сальмонеллезом

Fig. 7. Scatterplot of the relationship between the incidence of salmonellosis in humans, depending on the incidence of salmonellosis in animals

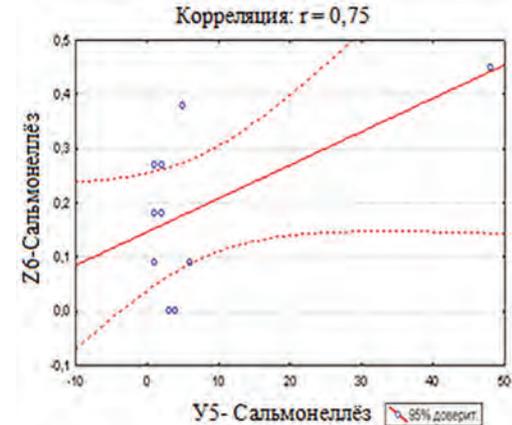


Рис. 9. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными эшерихиями, в зависимости от заболеваемости животных колибактериозом

Fig. 9. Scatterplot of the relationship between the incidence of people with acute intestinal infections caused by *Escherichia*, depending on the incidence of colibacillosis in animals

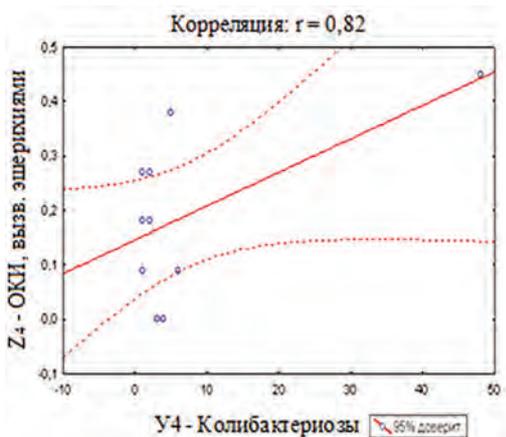


Таблица 2. Показатели, отражающие силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных (балловый ранг, первичные баллы)

Table 2. Indicators reflecting the strength of the correlation between humans and animals morbidity (score rank, primary scores)

| Заболевания животных         | Вероятность появления заболевания | Заболевания людей    |                             |                    |                                  |                       |                         |                       |                     |                   |                       |                       |                           |
|------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
|                              |                                   | $Y_1$ — Tuberculosis | $Z_{10}$ — Eritroblastiasis | $Z_9$ — Giardiasis | $Z_8$ — IIA (Rotavirus infectio) | $Z_6$ — Salmonellosis | $Z_2$ — IIA (S. aureus) | $Z_{11}$ — Ascariasis | $Z_7$ — Shigellosis | $Z_5$ — IIA (CGB) | $Z_4$ — IIA (E. coli) | $Z_3$ — Leptospirosis | $Z_{13}$ — Echinococcosis |
|                              |                                   | 0,639                | 0,533                       | 0,469              | 0,283                            | 0,191                 | 0,178                   | 0,122                 | 0,086               | 0,082             | 0,068                 | 0,018                 | 0,002                     |
| $Y_1$ — Tuberculosis         | 0,384                             | 9,000                | 0,000                       | 0,000              | 0,000                            | 9,000                 | 3,000                   | 0,000                 | 0,000               | 3,000             | 3,000                 | 0,000                 | 0,000                     |
| $Y_7$ — Echinococcosis       | 0,194                             | 0,000                | 0,000                       | 0,000              | 0,000                            | 0,000                 | 0,000                   | 0,000                 | 0,000               | 0,000             | 0,000                 | 0,000                 | 3,000                     |
| $Y_2$ — Mastitis (S. aureus) | 0,183                             | 0,000                | 0,000                       | 0,000              | 0,000                            | 3,000                 | 9,000                   | 0,000                 | 0,000               | 9,000             | 9,000                 | 0,000                 | 0,000                     |
| $Y_4$ — Colibacillosis       | 0,086                             | 0,000                | 0,000                       | 0,000              | 0,000                            | 3,000                 | 3,000                   | 0,000                 | 3,000               | 9,000             | 9,000                 | 0,000                 | 0,000                     |
| $Y_5$ — Salmonellosis        | 0,062                             | 0,000                | 0,000                       | 0,000              | 0,000                            | 9,000                 | 3,000                   | 0,000                 | 3,000               | 3,000             | 3,000                 | 0,000                 | 0,000                     |
| $Y_3$ — Leptospirosis        | 0,029                             | 0,000                | 0,000                       | 0,000              | 0,000                            | 0,000                 | 0,000                   | 0,000                 | 0,000               | 0,000             | 0,000                 | 3,000                 | 0,000                     |

довольно сильная взаимосвязь (коэффициент корреляции  $r = 0,88$ ). Зависимость между заболеваемостью туберкулезом и сальмонеллезом имеет важное значение как усугубляющий фактор вторичной инфекции и ослабления иммунной системы, делающих организм более восприимчивым (коэффициент корреляции  $r = 0,51$ ) и податливым перед лицом заражения микобактериями.

На рисунках 4–6 представлены корреляционные зависимости заболеваемости между острыми кишечными инфекциями (ОКИ) и инфекциями, вызванными золотистым стафилококком (*S. aureus*).

Анализ данных показывает, что между уровнем заболеваемости животных маститами, вызванными *S. aureus*, уровнем заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными *S. aureus* ( $r = 0,79$ ), диареогенными серовариантами *E. coli* ( $r = 0,58$ ) и БГКП ( $r = 0,53$ ), наблюдается сильная взаимосвязь, что говорит о широких возможностях наложения данных патогенных биологических объектов друг на друга и инициации развития вторичных инфекций, усугубляющих течение заболевания и смазывающих картину дифференциальной диагностики возбудителя.

На рисунке 7 представлена корреляционная зависимость между заболеваемостью животных и людей сальмонеллезом.

Анализ данных показывает, что между заболеваемостью животных и людей сальмонеллезом наблюдается довольно сильная взаимосвязь ( $r = 0,75$ ). Сальмонелла может передаваться от животных к людям через такие продукты питания, как мясо (в замороженном мясе, мясных полуфабрикатах и тушках птицы может сохраняться более года, в сыром — до 6 месяцев), молоко и молочная продукция (в молоке — до 20 дней, в кефире — до месяца, в масле — до 4 месяцев, в сырах — до года), яйца и яичная продукция (в яичном порошке — до 9 месяцев, на яичной скорлупе — до 24 дней, в замороженном желтке — до 13 месяцев).

На рисунках 8 и 9 представлены корреляционные зависимости между заболеваемостью животных колибактериозом и заболеваемостью людей острыми ки-

шечными инфекциями, вызванными диареогенными эшерихиями и бактериями группы кишечной палочки.

Анализ данных показывает, что между заболеваемостью животных колибактериозом и заболеваемостью людей острыми кишечными инфекциями, вызванными диареогенными эшерихиями ( $r = 0,82$ ) и бактериями группы кишечной палочки ( $r = 0,87$ ), наблюдается сильная взаимосвязь.

Колиформы играют крайне важную роль в патогенезе кишечных инфекций животных и людей, могут передаваться через различные виды пищевой продукции. В последние годы ведущими являются случаи заражения при употреблении готовых блюд.

Для того чтобы выразить силу имеющихся связей в формате балльно-рейтинговой оценки, на основании имеющихся данных проведен расчет показателей по методологии QFD, отражающих силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных (табл. 2, 3).

Для дальнейшего расчета коэффициентного баллового ранга необходимо пройти путем умножения показателей вероятности появления заболевания на значение баллового ранга показателя, характеризующего силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных, с последующим суммированием полученных коэффициентных показателей.

Полученные результаты показателей, отражающих силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных, наглядно представлены в таблице 3.

На следующем этапе расчетов на основании полученных показателей баллового ранга были составлены сводная таблица и диаграмма корреляционной связи (табл. 4, рис. 10).

Как видно из таблицы и рисунка, имеется некоторая закономерность между этиологической принадлежностью возбудителя и итоговому балловому рангом.

Анализ данных показывает, что наибольший балловый ранг (2,208) имеют микобактерии туберкулеза, на втором месте находятся сальмонеллы, имеющие балловый ранг 1,362, третье место занимают острые кишечные инфекции, вызванные золотистым стафилокок-

Таблица 3. Показатели, отражающие силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных (балловый ранг, коэффициенты)

Table 3. Indicators reflecting the strength of the correlation between humans and animals morbidity (point rank, coefficients)

| Заболевания животных      | Вероятность появления заболевания | Заболевания людей |                    |                 |                               |                    |                      |                  |                  |                |                    |                    |                      |
|---------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|----------------|--------------------|--------------------|----------------------|
|                           |                                   | Y1 — Tuberculosis | Z10 — Enterobiasis | Z9 — Giardiasis | Z8 — I/A (Rotavirus infectio) | Z6 — Salmonellosis | Z2 — I/A (S. aureus) | Z11 — Ascariasis | Z7 — Shigellosis | Z5 — I/A (CGB) | Z4 — I/A (E. coli) | Z3 — Leptospirosis | Z13 — Echinococcosis |
|                           |                                   | 0,639             | 0,533              | 0,469           | 0,283                         | 0,191              | 0,178                | 0,122            | 0,091            | 0,082          | 0,068              | 0,018              | 0,002                |
| Y1 — Tuberculosis         | 0,384                             | 2,208             | 0,000              | 0,000           | 0,000                         | 0,660              | 0,205                | 0,000            | 0,000            | 0,095          | 0,078              | 0,000              | 0,000                |
| Y7 — Echinococcosis       | 0,194                             | 0,000             | 0,000              | 0,000           | 0,000                         | 0,000              | 0,000                | 0,000            | 0,000            | 0,000          | 0,000              | 0,000              | 0,001                |
| Y2 — Mastitis (S. aureus) | 0,183                             | 0,000             | 0,000              | 0,000           | 0,000                         | 0,105              | 0,293                | 0,000            | 0,000            | 0,135          | 0,112              | 0,000              | 0,000                |
| Y4 — Colibacillosis       | 0,086                             | 0,000             | 0,000              | 0,000           | 0,000                         | 0,049              | 0,046                | 0,000            | 0,023            | 0,063          | 0,053              | 0,000              | 0,000                |
| Y5 — Salmonellosis        | 0,062                             | 0,000             | 0,000              | 0,000           | 0,000                         | 0,107              | 0,033                | 0,000            | 0,017            | 0,015          | 0,027              | 0,000              | 0,000                |
| Y3 — Leptospirosis        | 0,029                             | 0,000             | 0,000              | 0,000           | 0,000                         | 0,000              | 0,000                | 0,000            | 0,000            | 0,000          | 0,000              | 0,002              | 0,000                |
| Итоговый балловый ранг    |                                   | 2,208             | 0,000              | 0,000           | 0,000                         | 1,362              | 0,577                | 0,000            | 0,040            | 0,308          | 0,297              | 0,002              | 0,001                |

Таблица 4. Показатели, отражающие силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных (итоговый балловый ранг)

Table 4. Indicators reflecting the strength of the correlation between humans and animals morbidity (final score rank)

| Наименование заболевания                               | Возбудители заболеваний                                | Балловый ранг |
|--|--|---------------|
| Echinococcosis   | Subfamily helminths Echinococcine                      | 0,001         |
| Leptospirosis  | Bacteria generis Leptospira                            | 0,002         |
| Shigellosis  | Bacteria generis Shigella                              | 0,040         |
| Infectiones intestinorum acuta (Escherichia coli)      | Bacteria generis Escherichia (E. coli)                 | 0,297         |
| Infectiones intestinorum acuta (Coli group bacteria)   | Bacteria generis Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella | 0,308         |
| Infectiones intestinorum acuta (Staphylococcus aureus) | Staphylococcus aureus                                  | 0,577         |
| Salmonellosis  | Bacteria generis Salmonella                            | 1,362         |
| Tuberculosis   | Mycobacterium tuberculosis, M. bovis, M. avium         | 2,208         |

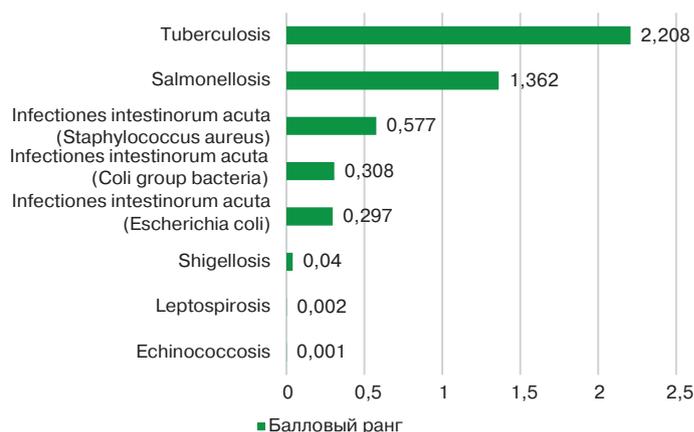
ком, имеющие балловый ранг 0,577, четвертое и пятое место разделяют, соответственно, диареегенные сероварианты кишечной палочки, имеющие балловый ранг 0,397, и БГКП (бактерии родов *Enterobacter*, *Citrobacter* и *Klebsiella*), имеющие балловый ранг 0,308.

Опираясь на данные корреляционного анализа, проведен trend-анализ биологических угроз для пищевых производств.

Наибольший балловый ранг (2,208) и коэффициент корреляции (0,88) характерны для туберкулеза, вызываемого микобактериями. Данное заболевание является зооантропонозом и относится к особо опасным. В последние годы появи-

Рис. 10. Диаграмма корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных

Fig. 10. Diagram of the correlation between humans and animals morbidity



лась тенденция, при которой зачастую в качестве причины смерти у людей от болезней дыхательной системы ставится диагноз «ХОБЛ» (хроническая обструктивная болезнь легких) или «ТОРС» (тяжелый острый респираторный синдром), что отчасти затрудняет дифференциальную диагностику туберкулеза у людей.

С точки зрения алиментарного пути передачи особый интерес представляет туберкулез кишечника, в связи с чем для пищевых производств актуален мониторинг молочного сырья, поскольку заражение людей микобактериями (особенно *M. bovis*) происходит в первую очередь при употреблении сырого молока и инфицированных молочных продуктов. Микобактерии туберкулеза могут сохраняться в молоке на протяжении 10 дней, в масле и сырах — 10 месяцев.

Второе место тренда занимают бактерии рода *Salmonella*, балловый ранг — 1,362, коэффициент корреляции — 0,75. Данные бактерии вызывают сальмонеллез, также являющиеся зооантропонозами. Сальмонелла может передаваться от животных к людям через такие продукты питания, как мясо (в замороженном мясе, мясных полуфабрикатах и тушках птицы может сохраняться более года, в сыром — до 6 месяцев), молоко и молочная продукция (в молоке может сохраняться до 20 дней, в кефирных продуктах — до месяца, в масле — до 4 месяцев, в сырах — до года), яйца и яичная продукция (в яичном порошке может сохраняться до 9 месяцев, на яичной скорлупе — до 24 дней, в замороженной желтке — до 13 месяцев).

Актуальной тенденцией заболеваемости людей сальмонеллезом является появление антибиотико-резистентных штаммов. Среди патогенных сальмонелл, которые приобрели лекарственную устойчивость, наиболее значимыми являются *Typhimurium* и *Enteritidis*. У данных представителей за прошедшее десятилетие наблюдается повышение устойчивости к ампициллину, пefлоксацину и ципрофлоксацину. Относительно стабильные показатели антимикробного эффекта характерны для цефотаксима и имипенема.

Третье, четвертое и пятое места тренда занимают острые кишечные инфекции, вызываемые золотистым стафилококком (балловый ранг — 0,577, коэффициент корреляции — 0,79), колиформными бактериями *Escherichia* (балловый ранг — 0,397, коэффициент корреляции — 0,82), *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* (балловый ранг — 0,308, коэффициент корреляции — 0,87).

Поскольку вышеописанные острые кишечные инфекции вызывают заболевания, являющиеся зооантропонозами, то необходимо указать, что заражение людей чаще всего происходит при употреблении молока от зараженных животных и инфицированных молочных продуктов (бактерии золотистого стафилококка могут сохраняться до четырех месяцев в молоке коров, больных маститом, диареогенные колиформы не только со-

храняются, но также могут размножаться в молоке, полученном от больных животных).

Подводя итог, сделали вывод, что для пищевых производств, расположенных на территории Рязанской области, актуален мониторинг качества и безопасности молочного сырья, поскольку заражение людей инфекциями, занимающими топ-5 проведенного trend-анализа, происходит в первую очередь при употреблении инфицированного молока и молочных продуктов.

## Выводы / Conclusion

В заключение отметим, что анализ заболеваемости, проведенный на основе статистических данных по Рязанской области, позволил составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами, и выявить корреляционную зависимость между заболеваемостью людей и животных.

По результатам анализа, наибольшие балловый ранг (2,208) и коэффициент корреляции (0,88) имеют микобактерии туберкулеза, на втором месте находятся сальмонеллы, имеющие балловый ранг 1,362 и коэффициент корреляции 0,75, третье место занимают острые кишечные инфекции, вызванные золотистым стафилококком, имеющие балловый ранг 0,577 и коэффициент корреляции 0,79, четвертое и пятое место разделяют диареогенные сероварианты кишечной палочки, имеющие балловый ранг 0,397 и коэффициент корреляции 0,82, и БГКП (бактерии *Enterobacter*, *Citrobacter* и *Klebsiella*), имеющие балловый ранг 0,308 и коэффициент корреляции 0,87.

Второе место тренда занимают бактерии рода *Salmonella* (балловый ранг — 1,362, коэффициент корреляции — 0,75). Данные бактерии вызывают сальмонеллез, также являющиеся зооантропонозами. Сальмонелла может передаваться от животных к людям через такие продукты питания, как мясо, молоко и молочная продукция, яйца и яичная продукция.

Третье, четвертое и пятое места тренда занимают острые кишечные инфекции, вызываемые золотистым стафилококком (балловый ранг — 0,577, коэффициент корреляции — 0,79), колиформными бактериями *Escherichia* (балловый ранг — 0,397, коэффициент корреляции — 0,82), *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* (балловый ранг — 0,308, коэффициент корреляции — 0,87).

Подводя итог trend-анализа, сделали вывод, что для пищевых производств, расположенных на территории Рязанской области, актуален мониторинг качества и безопасности молочного сырья, поскольку заражение людей инфекциями, занимающими топ-5 рейтинга, происходит в первую очередь при употреблении инфицированного молока и молочных продуктов.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Тюрина Д.Г., Лаптев Г.Ю., Новикова Н.И., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Тарлавин Н.В. Научная революция в микробиологии и ее значение для практики. *Аграрная наука*. 2020; (9): 37–42. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-341-9-37-42>
- Самарин Г.Н., Васильев А.Н., Мамахай А.К., Ружьев В.А. Анализ современных способов определения качества молока. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019; (5): 158–162. eLIBRARY ID: 41288906
- Шишкина М.С., Лобова Т.П., Михайлова В.В., Скворцова А.Н. Анализ результатов эпизоотического мониторинга вирусной диареи (болезни слизистых крупного рогатого скота) на территории Российской Федерации за 2021 год. *Аграрная наука*. 2023; (1): 31–34. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-31-34>
- Зюзгина С.В., Зиновьева О.В., Нурлыгаянова Г.А. Анализ эпизоотической ситуации по инфекционной анемии лошадей в Российской Федерации за 2018–2020 годы. *Аграрная наука*. 2022; (1): 30–33. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-30-33>
- Самарин Г.Н., Мамахай А.К., Ружьев В.А., Евентьева Е.А. Анализ нормативных документов, определяющих требования к молоко-сырью в различных экономических зонах. *Научный журнал КубГАУ*. 2019; 154: 383–395. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-154-034>
- Lozovaya O., Martynushkin A., Fedoskina I., Vanyushina O., Polyakov M., Anikin N. Management justification and applications of the personal approach at the enterprise of the AIC. *E3S Web of Conferences*. 2021; 284: 07010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128407010>
- Lozovaya O.V., Martynushkin A.B., Fedoskina I.V., Barsukova N.V., Vanyushina O.I., Polyakov M.V. Management justification and applications of the personal approach at the enterprise of the AIC. *AIP Conference Proceedings*. 2022; 2661(1): 020022. <https://doi.org/10.1063/5.0107472>
- Martynushkin A.B., Konkina V.S., Kostrova J.B., Fedoskina I.V., Barsukova N.V., Polyakov M.V. Modern trends and development problems of the milk and dairy products market in the Russian Federation. *Modern Trends in Agricultural Production in the World Economy. Proceedings of XVIII International Scientific and Practical Conference*. 2020; 77–84. <https://doi.org/10.32743/kuz.agri.2020.77-84>
- Поляков М.В., Мартынушкин А.Б., Бакулина Г.Н., Федоскин В.В. Рост эффективности использования основных фондов за счет технологий заготовки кормов. *Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции*. Курск: Юго-Западный государственный университет. 2020; II: 89–93. eLIBRARY ID: 44470183
- Бакулина Г.Н., Мартынушкин А.Б., Федоскин В.В., Поляков М.В. Экономическая сущность оборотных средств автотранспортного предприятия. *Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции*. Курск: Юго-Западный государственный университет. 2020; I: 40–52. eLIBRARY ID: 44504620
- Бакулина Г.Н., Федоскин В.В., Мартынушкин А.Б., Поляков М.В. Обоснование повышения производительности труда за счет увеличения производства продукции животноводства. *Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции*. Курск: Юго-Западный государственный университет. 2020; I: 53–57. eLIBRARY ID: 44504621
- Федоскин В.В., Бакулина Г.Н., Мартынушкин А.Б., Поляков М.В. Организационно-экономическое обоснование повышения производительности труда. *Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции*. Курск: ЮЗГУ. 2020; II: 228–232. eLIBRARY ID: 44470155
- Lyashchuk Yu.O., Ovchinnikov A.Yu., Ivanishchev K.A., Shchur A.V. Assessment of the resistance of alimentary-related risk factors to the effects of chemical disinfectants. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (12): 54–61. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-54-61>
- Kostrova Y.B., Shibarshina O.Y., Tuarmenskiy V.V., Lyaschuk Y.O. Ensuring Regional Food Security in the Ryazan Region. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 753: 062022. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/6/062022>

## REFERENCES

- Tyurina D.G., Laptev G.Yu., Novikova N.I., Yildyrym E.A., Ilyina L.A., Tarlavin N.V. The scientific revolution in microbiology and its implications for practice. *Agrarian science*. 2020; (9): 37–42. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-341-9-37-42>
- Samarin G.N., Vasiliev A.N., Mamakhay A.K., Ruzhiev V.A. Analysis of modern methods for determining milk quality. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019; (5): 158–162. (In Russian) eLIBRARY ID: 41288906
- Shishkina M.S., Lobova T.P., Mikhailova V.V., Skvortsova A.N. Analysis of the results of epizootic monitoring of viral diarrhea (mucosal diseases of cattle) in the Russian Federation for 2021. *Agrarian science*. 2023; (1): 31–34. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-31-34>
- Zyuzgina S.V., Zinovieva O.V., Nurlygayanova G.A. Analysis of the epizootic situation of infectious anemia of horses in the Russian Federation for 2018–2020. *Agrarian science*. 2022; (1): 30–33. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-30-33>
- Samarin G.N., Mamakhay A.K., Ruzhev V.A., Eventeva E.A. Analysis of regulatory documents determining the requirements for raw milk material in various economic zones. *Scientific Journal of KubSAU*. 2019; 154: 383–395. (In Russian) <https://doi.org/10.21515/1990-4665-154-034>
- Lozovaya O., Martynushkin A., Fedoskina I., Vanyushina O., Polyakov M., Anikin N. Management justification and applications of the personal approach at the enterprise of the AIC. *E3S Web of Conferences*. 2021; 284: 07010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128407010>
- Lozovaya O.V., Martynushkin A.B., Fedoskina I.V., Barsukova N.V., Vanyushina O.I., Polyakov M.V. Management justification and applications of the personal approach at the enterprise of the AIC. *AIP Conference Proceedings*. 2022; 2661(1): 020022. <https://doi.org/10.1063/5.0107472>
- Martynushkin A.B., Konkina V.S., Kostrova J.B., Fedoskina I.V., Barsukova N.V., Polyakov M.V. Modern trends and development problems of the milk and dairy products market in the Russian Federation. *Modern Trends in Agricultural Production in the World Economy. Proceedings of XVIII International Scientific and Practical Conference*. 2020; 77–84. <https://doi.org/10.32743/kuz.agri.2020.77-84>
- Polyakov M.V., Martynushkin A.B., Bakulina G.N., Fedoskin V.V. Increase in the efficiency of the use of fixed assets due to feed harvesting technologies. *Strategy of socio-economic development of society: managerial, legal, economic aspects. Collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference*. Kurck: Southwest State University. 2020; II: 89–93. (In Russian) eLIBRARY ID: 44470183
- Bakulina G.N., Martynushkin A.B., Fedoskin V.V., Polyakov M.V. Economic essence of working capital of a motor transport enterprise. *Strategy of socio-economic development of society: managerial, legal, economic aspects. Collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference*. Kurck: Southwest State University. 2020; I: 40–52. (In Russian) eLIBRARY ID: 44504620
- Bakulina G.N., Fedoskin V.V., Martynushkin A.B., Polyakov M.V. Justification for increasing labor productivity by increasing the production of livestock products. *Strategy of socio-economic development of society: managerial, legal, economic aspects. Collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference*. Kurck: Southwest State University. 2020; I: 53–57. (In Russian) eLIBRARY ID: 44504621
- Fedoskin V.V., Bakulina G.N., Martynushkin A.B., Polyakov M.V. Organizational and economic justification for increasing labor productivity. *Strategy of socio-economic development of society: managerial, legal, economic aspects. Collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference*. Kurck: Southwest State University. 2020; II: 228–232. (In Russian) eLIBRARY ID: 44470155
- Lyashchuk Yu.O., Ovchinnikov A.Yu., Ivanishchev K.A., Shchur A.V. Assessment of the resistance of alimentary-related risk factors to the effects of chemical disinfectants. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (12): 54–61. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-54-61>
- Kostrova Y.B., Shibarshina O.Y., Tuarmenskiy V.V., Lyaschuk Y.O. Ensuring Regional Food Security in the Ryazan Region. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 753: 062022. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/6/062022>

15. Ингель Ф.И., Охрименко С.Е., Коренков И.П., Бiryukov А.П. Стресс как модификатор последствий техногенного радиационного воздействия в области малых доз. *Сысинские чтения – 2021. Материалы II Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды*. Москва. 2021; 188–192. eLIBRARY ID: 47404496

16. Банный В.А., Игнатенко В.А., Азаренок А.С., Евтухова Л.А. Современные материалы и способы защиты биологических объектов от воздействия электромагнитных полей и излучений. *Проблемы здоровья и экологии*. 2018; (2): 4–10. <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2018-15-2-1>

17. Ляшук Ю.О., Тетерин В.С., Овчинников А.Ю., Панферов Н.С. Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных инфекций и инвазий в Рязанской области. *Аграрная наука*. 2022; (6): 27–32. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-27-32>

15. Ingel F.I., Okhrimenko S.E., Korenkov I.P., Biryukov A.P. Stress as the modifier of stochastic consequences of technogenic irradiation in low doses. *Sysin readings – 2021. Proceedings of the II National Congress with International Participation on Human Ecology, hygiene and Environmental Medicine*. Moscow. 2021; 188–192. (In Russian) eLIBRARY ID: 47404496

16. Bannyi V.A., Ignatenko V.A., Azaryonok A.S., Evtuhova L.A. The modern materials and methods of protection of biological objects from influence of electromagnetic fields and radiations. *Health and Ecology Issues*. 2018; (2): 4–10. (In Russian) <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2018-15-2-1>

17. Lyashchuk Yu.O., Teterin V.S., Ovchinnikov A.Yu., Panferov N.S. Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-caused infections and invasions in the Ryazan region. *Agrarian science*. 2022; (6): 27–32. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-27-32>

#### ОБ АВТОРАХ:

##### **Юлия Олеговна Ляшук,**

кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник,  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
1-й Институтский проезд, д. 5, Москва, 109428, Россия  
[ularzn@mail.ru](mailto:ularzn@mail.ru)  
ORCID: 0000-0002-3612-1707

##### **Константин Александрович Иванищев,**

кандидат ветеринарных наук,  
Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева,  
ул. Костычева, д. 1, Рязань, 390044, Россия  
[ksaireks@mail.ru](mailto:ksaireks@mail.ru)  
ORCID: 0000-0003-0535-4070

##### **Александр Алексеевич Кудрявцев,**

научный сотрудник,  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
1-й Институтский проезд, д. 5, Москва, 109428, Россия  
[kudralex94@yandex.ru](mailto:kudralex94@yandex.ru)  
ORCID: 0000-0002-6122-0168

#### ABOUT THE AUTHORS:

##### **Yuliya Olegovna Lyashchuk,**

Candidate of Technical Sciences,  
Leading Researcher,  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
5, 1st Institute Passage, Moscow, 109428, Russia  
[ularzn@mail.ru](mailto:ularzn@mail.ru)  
ORCID: 0000-0002-3612-1707

##### **Konstantin Aleksandrovich Ivanishchev,**

Candidate of Veterinary Sciences,  
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev,  
1 Kostycheva str., 390044, Ryazan, Russia  
[ksaireks@mail.ru](mailto:ksaireks@mail.ru)  
ORCID: 0000-0003-0535-4070

##### **Alexander Alekseevich Kudryavtsev,**

Researcher,  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
5, 1st Institute Passage, Moscow, 109428, Russia  
[kudralex94@yandex.ru](mailto:kudralex94@yandex.ru)  
ORCID: 0000-0002-6122-0168