

Обзорная статья  
УДК 579.842:615.33  
<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-5-01>



## Антибиотикорезистентность в ветеринарии и медицине: механизмы формирования и глобальные угрозы

Полина Александровна Бочарова<sup>1</sup>, Валентина Михайловна Бачинская<sup>1</sup>,  
Евгения Сергеевна Баранович<sup>1</sup>, Дмитрий Витальевич Гончар<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

<sup>2</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Валентина Михайловна Бачинская,  
[bachinskaya@rgau-msha.ru](mailto:bachinskaya@rgau-msha.ru)

### Аннотация

Проблема резистентности бактерий к антимикробным препаратам является одной из наиболее острых в современной ветеринарии и медицине. С каждым годом ситуация усугубляется, и появляются новые штаммы бактерий, которые проявляют устойчивость не к одному, а сразу к нескольким классам антибиотиков. Это создает серьезную угрозу для здоровья животных и человека, поскольку привычные методы лечения инфекций становятся неэффективными. Специалисты сталкиваются с необходимостью искать альтернативные, зачастую более дорогостоящие и менее безопасные схемы терапии. Особую тревогу вызывает распространение мультирезистентных штаммов – бактерий, устойчивых к большинству доступных антибиотиков, способных быстро распространяться. Опасные резистентные бактерии с множественной лекарственной устойчивостью напрямую связаны с избыточным и нерациональным использованием антимикробных средств. В ветеринарной медицине проблема приобретает еще более сложный характер. Так, нерациональное применение антибиотиков, применяемых для профилактики заболеваний у сельскохозяйственных животных, приводит к накоплению резистентных бактерий. Эти микроорганизмы могут передаваться человеку через продукты животного происхождения (мясо, молоко), а также через контакт с животными или с их отходами. Поэтому исследование механизмов формирования и распространения резистентности микроорганизмов становится приоритетной задачей для научного сообщества. В связи с этим необходима разработка мер по предотвращению резистентности, что требует в ветеринарии сокращения использования антибиотиков для профилактики заболеваний, внедрения альтернативных методов защиты животных (например, применение пробиотиков, вакцин), контроля за применением препаратов; в медицине необходимо строго соблюдать протоколы назначения антибиотиков, осуществлять повышение квалификации специалистов, а также информирование пациентов о рисках самолечения. Таким образом, анализ механизмов формирования устойчивости, статистических данных и современных тенденций развития проблемы показывает, что резистентность бактерий развивается по нескольким направлениям и необходим комплексный подход к решению проблемы, включающий в себя строгий контроль за использованием антибиотиков в ветеринарии и медицине, совершенствование методов диагностики резистентности микроорганизмов, разработку новых антимикробных препаратов, внедрение альтернативных методов лечения и усиление международного сотрудничества в области мониторинга резистентности.

### Ключевые слова

Антибиотикорезистентность, мультирезистентные штаммы, устойчивость бактерий, антимикробные препараты, мониторинг резистентности, антибиотикотерапия

### Для цитирования

Бочарова П.А., Бачинская В.М., Баранович Е.С., Гончар Д.В. Антибиотикорезистентность в ветеринарии и медицине: механизмы формирования и глобальные угрозы. *Тимирязевский биологический журнал*. 2026;4(2):501. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-5-01>

MICROBIOLOGY, MOLECULAR BIOLOGY

Review article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-5-01>



## Antibiotic resistance in veterinary medicine and human healthcare: mechanisms and global threats

Polina A. Bocharova<sup>1</sup>, Valentina M. Bachinskaya<sup>1</sup>,

Evgeniya S. Baranovich<sup>1</sup>, Dmitriy V. Gonchar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow, Russia

<sup>2</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology  
named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia

**Corresponding author:** Valentina M. Bachinskaya, [bachinskaya@rgau-msha.ru](mailto:bachinskaya@rgau-msha.ru)

### Abstract

Bacterial resistance to antimicrobial agents is one of the most pressing challenges in contemporary veterinary and human medicine. The situation is worsening each year, with new bacterial strains emerging that are resistant not to a single antibiotic but to multiple classes of antimicrobials simultaneously. This poses a serious threat to both animal and human health, as conventional treatment protocols for infectious diseases become increasingly ineffective. Clinicians are compelled to seek alternative therapeutic regimens, which are often more expensive and less safe. Of particular concern is the spread of multidrug-resistant (MDR) strains – bacteria resistant to most available antibiotics – which can disseminate rapidly. The emergence of dangerous MDR bacteria is directly linked to the excessive and inappropriate use of antimicrobial agents. In veterinary medicine, the problem is further compounded: the indiscriminate use of antibiotics for disease prevention in farm animals leads to the accumulation of resistant bacteria. These microorganisms can be transmitted to humans through animal-derived products (meat, milk), as well as through direct contact with animals or their waste. Consequently, investigating the mechanisms of resistance emergence and spread has become a research priority. In response, the development of measures to prevent resistance is critically needed. In veterinary practice, this requires reducing prophylactic antibiotic use, implementing alternative approaches to animal health management (e.g., probiotics, vaccines), and monitoring of drug application. In human medicine, it necessitates adherence to antibiotic prescribing protocols, continuous professional education, and public awareness campaigns on the risks of self-medication. In summary, the analysis of resistance mechanisms, statistical data, and current trends indicates that bacterial resistance develops through multiple pathways. A comprehensive, multidisciplinary approach is required, encompassing strict regulation of antibiotic use in both veterinary and human medicine, improved diagnostic methods for resistance detection, the development of novel antimicrobial agents, the adoption of alternative therapeutic strategies, and strengthened international collaboration in resistance surveillance.

### Keywords

Antibiotic resistance, multidrug-resistant strains, bacterial resistance, antimicrobial agents, resistance surveillance, antibiotic therapy

### For citation

Bocharova P.A., Bachinskaya V.M., Baranovich E.S., Gonchar D.V. Antibiotic resistance in veterinary medicine and human healthcare: mechanisms and global threats. *Timiryazev Biological Journal*. 2026;4(2):501. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-5-01>

### Введение

#### Introduction

Резистентность (устойчивость) бактерий к антимикробным препаратам – одна из наиболее острых и тревожных проблем, с которой сталкивается современная ветеринария и медицина на сегодняшний день. Эта проблема не просто осложняет работу специалистов, но представляет собой серьезную угрозу для общественного здоровья, поскольку напрямую приводит к снижению

эффективности лечения инфекционных заболеваний, существенному увеличению сроков госпитализации пациентов и, к сожалению, к росту случаев смертности. Ситуация требует незамедлительного внимания и комплексного подхода к решению, поскольку последствия бездействия могут быть катастрофическими. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), к 2050 г. ежегодное число смертей по причине резистентных инфекций может достичь 10 млн чел. Эта статистика подчеркивает критическую важность решения проблемы

антибиотикорезистентности на глобальном уровне, вовлекая в работу не только медицинских и ветеринарных специалистов, но и исследователей, представителей фармацевтической индустрии [1, 2].

Известно, что открытие антибиотиков в XX в. стало настоящим прорывом в медицине, перевернувшим представление о лечении инфекционных заболеваний. В 1928 г. Александр Флеминг совершил одно из величайших открытий в истории медицины: он выделил пенициллин. Это событие положило начало эре антимикробной терапии, которая радикально изменила медицинскую практику. Благодаря пенициллину и последующим разработкам в области антибиотиков удалось спасти миллионы жизней. Эти препараты позволили эффективно контролировать ранее смертельные инфекции – такие, как пневмония, туберкулез, сепсис, а также значительно улучшили прогнозы при хирургических вмешательствах, сделав операции менее рискованными. Однако, как часто бывает в науке, вместе с преимуществами появились и новые вызовы. Уже в 1940-е гг. были зафиксированы первые случаи резистентности к пенициллину у *Staphylococcus aureus*. Этот факт стал тревожным сигналом, показав, что бактерии обладают удивительной способностью адаптироваться к действию даже самых передовых на тот момент лекарственных препаратов [3, 4]. С тех пор проблема резистентности неуклонно нарастает, приобретая масштабы глобальной угрозы. Существует несколько ключевых причин, способствующих этому негативному явлению: массовое производство антибиотиков, которое, с одной стороны, делает препараты более доступными, но с другой – способствует неконтролируемому их использованию. Фармацевтические компании, стремясь удовлетворить спрос, наращивают объемы производства, что приводит к избыточному присутствию антибиотиков в окружающей среде.

Антибиотики активно применяются для профилактики заболеваний у животных, что создает так называемые «резервуары» устойчивых бактерий. Эти микроорганизмы могут передаваться человеку через продукты питания (мясо, молоко, яйца) или при прямом контакте с животными. Особенно тревожит практика добавления антибиотиков в качестве профилактики развития патологических процессов, что напрямую способствует распространению устойчивости и высокой адаптационной способности бактерий [5]. Микроорганизмы демонстрируют поразительную способность к мутациям, обмену генетическим материалом и развитию сложных механизмов защиты от антимикробных препаратов. Это делает борьбу с резистентностью особенно сложной, поскольку бактерии постоянно «совершенствуются», опережая разработки новых лекарств. Механизмы резистентности у бактерий отличаются большим

разнообразием и включают в себя такие ключевые процессы, как производство ферментов, разрушающих антибиотики. Например,  $\beta$ -лактамазы инактивируют пенициллины и цефалоспорины, делая их бесполезными против определенных штаммов бактерий, и изменяют структуру мишеней действия препаратов. Бактерии могут модифицировать рибосомы или клеточную стенку, чтобы антибиотики не могли с ними взаимодействовать. Бактерии выстраивают дополнительные барьеры, препятствующие проникновению лекарств внутрь клетки. Этот механизм позволяет бактериям «выталкивать» антибиотики наружу, не давая им оказать лечебное действие, и способствует формированию биопленок – сложных сообществ бактерий, защищенных слизистым матриксом. Биопленки создают дополнительную преграду для антимикробных средств, делая лечение более сложным и неэффективным [1, 5].

### **Механизмы устойчивости бактерий к антибиотикам**

#### **Mechanisms of bacterial resistance to antibiotics**

Бактерии развивают устойчивость к антибиотикам с помощью различных механизмов. Первый – модификация мишени действия антибиотика: изменения в структуре белков или других молекул, на которые воздействует препарат, снижают его эффективность. Например, мутации в генах, кодирующих пенициллинсвязывающие белки, приводят к резистентности к  $\beta$ -лактамным антибиотикам [2, 3].

Второй механизм – инактивация антибиотика: бактерии вырабатывают ферменты, разрушающие или модифицирующие препарат. К примеру,  $\beta$ -лактамазы гидролизуют  $\beta$ -лактамное кольцо пенициллинов и цефалоспоринов, аминогликозид-модифицирующие ферменты инактивируют аминогликозиды, а хлорамфениколацетилтрансфераза модифицирует хлорамфеникол [2, 5].

Третий механизм – снижение проницаемости клеточной стенки: изменение структуры пориновых каналов или других компонентов мембраны ограничивает проникновение антибиотика внутрь клетки, что особенно характерно для грамотрицательных бактерий с их внешней мембраной [2, 7].

Четвертый механизм – активное выведение антибиотика (эффлюкс): специальные насосы выводят препарат из клетки быстрее, чем он успевает подействовать. Этот механизм характерен для резистентности к тетрациклину, фторхинолонам и макролидам.

Пятый механизм – формирование биопленок: бактерии, объединенные в биопленки, защищены от действия антибиотиков и иммунной

системы хозяина. Биопленки состоят из внеклеточного матрикса, включающего в себя полисахариды, белки и ДНК [2, 8].

Шестой механизм – метаболический шунт: бактерии могут формировать альтернативные метаболические пути, обходя блокируемые антибиотиком реакции: например, приобретение генов дигидрофолатредуктазы, нечувствительной к триметоприму [2, 7].

Седьмой механизм – врожденная резистентность: некоторые бактерии изначально нечувствительны к определенным антибиотикам ввиду отсутствия мишени или низкой проницаемости. Например, *Mycoplasma* не имеет клеточной стенки и поэтому нечувствительна к  $\beta$ -лактамам [2, 4].

Резистентность может быть врожденной, обусловленной структурными особенностями бактерии, или приобретенной, возникающей в результате мутаций в хромосомной ДНК (например, мутации в генах вызывают резистентность к фторхинолонам) либо горизонтального переноса генов через плазмиды (R-плазмиды), транспозоны, интегроны и бактериофаги [2, 3, 5, 7].

### **Факторы, способствующие распространению резистентности**

#### **Factors contributing to the spread of resistance**

Основные факторы, способствующие распространению резистентности, включают в себя: нерациональное использование антибиотиков в медицине (самолечение, необоснованное назначение, несоблюдение дозировок и сроков приема); применение антибиотиков в животноводстве для профилактики заболеваний (остатки препаратов попадают в продукты питания и окружающую среду); загрязнение окружающей среды антибиотиками и резистентными бактериями через сточные воды фармацевтических предприятий, больниц и ветеринарных клиник (до 75% антибиотиков выводятся из организма в неизменном виде); горизонтальный перенос генов резистентности между бактериями разных видов (плазмиды с генами резистентности могут распространяться даже между отдаленными видами); недостаток новых антибиотиков (за последние десятилетия число новых классов антибактериальных препаратов резко сократилось по причине высокой стоимости и сложности разработки); глобальную миграцию и туризм, способствующие быстрому распространению резистентных штаммов по всему миру [1, 2, 5-7].

ВОЗ выделяет группу бактерий с высоким уровнем резистентности, представляющих особую угрозу (список приоритетных патогенов): *S. aureus* (метициллинрезистентный золотистый стафилококк), *Enterococcus faecium* (ванкомицинрезистентный

энтерококк), *Klebsiella pneumoniae* (продуценты карбапенемаз), *Acinetobacter baumannii* (мультирезистентные штаммы), *Pseudomonas aeruginosa* (резистентная к фторхинолонам, аминогликозидам и  $\beta$ -лактамам), *Streptococcus pneumoniae* (пенициллинрезистентные штаммы) и *Neisseria gonorrhoeae* (широкая резистентность к цефалоспорином и азитромицину) [1, 2, 6].

### **Методы определения чувствительности бактерий к антибиотикам**

#### **Methods for determining the sensitivity of bacteria to antibiotics**

Для определения чувствительности бактерий к антибиотикам используют несколько методов. Диско-диффузионный метод (метод Кирби-Бауэра) предполагает наложение на агаровую пластину с посевом бактерий дисков, пропитанных антибиотиками, с последующей оценкой зон подавления роста. Метод серийных разведений определяет минимальную ингибирующую концентрацию (МИК) антибиотика, подавляющую рост бактерий, и может выполняться в бульоне или на агаре. Автоматизированные системы могут быстро определить чувствительность к широкому спектру антибиотиков [6, 7]. Молекулярно-генетические методы включают в себя ПЦР в реальном времени для выявления генов резистентности, секвенирование для определения мутаций, связанных с резистентностью, и микрочипы для одновременного выявления множества детерминант резистентности. Масс-спектрометрия позволяет быстро идентифицировать резистентные штаммы и оценить активность  $\beta$ -лактамаз. Фенотипические тесты помогают выявить специфические механизмы резистентности: тест с клоксациллином, тест Хеддрика с выявлением карбапенемазы и E-тест [5-7].

Стратегии преодоления резистентности включают в себя: рациональное использование антибиотиков (соблюдение протоколов назначения, ограничение применения в ветеринарии и сельском хозяйстве, образовательные программы для врачей и пациентов, внедрение систем контроля использования антибиотиков); разработку новых препаратов (поиск соединений с новыми механизмами действия, использование бактериофагов и антимикробных пептидов, создание ингибиторов эффлюкс-насосов и  $\beta$ -лактамаз, разработку наночастиц с антимикробной активностью); комбинированную терапию (применение нескольких антибиотиков с разными механизмами действия); иммунотерапию и вакцины (разработку вакцин против резистентных штаммов, например, против *S. aureus* и *P. aeruginosa*); мониторинг и контроль (глобальные и национальные системы наблюдения за распространением резистентности,

улучшение лабораторной диагностики); экологические меры (очистку сточных вод от антибиотиков и резистентных бактерий, контроль за выбросами фармацевтических производств) и альтернативные подходы (фаготерапию, применение пробиотиков для коррекции микробиоты, терапию антимикробными пептидами – дефензинами и кателицидинами) [1, 6, 7, 9].

Перспективные направления исследований охватывают разработку антибиотиков, действующих на новые мишени, использование избирательного уничтожения резистентных бактерий, создание «умных» антимикробных материалов с контролируемым высвобождением действующих веществ [7, 9, 10].

Особое внимание в современных исследованиях уделяется нанотехнологиям в антимикробной терапии. Разрабатываются липосомальные формы антибиотиков, позволяющие повысить их проникновение через биопленки и клеточные барьеры [6, 7, 9].

Перспективным направлением является фаготерапия – использование бактериофагов для лечения инфекций, вызванных резистентными бактериями. Фаги обладают высокой специфичностью и способны преодолевать механизмы резистентности, не затрагивая нормальную микрофлору. Исследуются также антимикробные пептиды (дефензины, кателицидины и их синтетические аналоги), которые разрушают бактериальные мембраны и обладают широким спектром действия. Их преимущество – низкая вероятность развития резистентности [7, 9, 10].

Таким образом, резистентность бактерий – сложная мультифакторная проблема, требующая комплексного подхода.

### **Анализ статистических данных по обнаружению антибиотикорезистентных микроорганизмов**

#### **Analysis of statistical data on the detection of antibiotic-resistant microorganisms**

По данным на 2024 г., в России выявлены единичные штаммы энтерококков (*E. faecium*), устойчивых ко всем доступным антибиотикам, включая резервные препараты. Уровень резистентности к ванкомицину у *E. faecium* составил 27.83%, а большинство штаммов были устойчивы к ампициллину. Эти данные получены в результате мониторинга, проведенного НИИ антимикробной химиотерапии. Также в 2024 г. зарегистрированы 3.1% штаммов *Escherichia coli* и 1.37% штаммов *K. pneumoniae*, устойчивых к цефтазидиму-авибактаму и его комбинациям с азтреонамом. Это свидетельствует о росте числа энтеробактерий, вырабатывающих карбапенемазы – ферменты,

обеспечивающие устойчивость к нескольким классам антибиотиков. В структуре инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, лидирующие позиции занимали энтеробактерии: *K. pneumoniae* (30.4%) и *E. coli* (15.45%) [6, 7, 11].

По данным за 2018-2023 гг., в 72 субъектах РФ было выявлено 47 507 антибиотикорезистентных микроорганизмов, что составило 82.7% всех выявленных возбудителей инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. Более 75% из них относились к группе патогенов (*E. faecium*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, *Enterobacter spp.*), а 22.3% обладали множественной устойчивостью (MDR) [7].

Глобальные данные по резистентности бактерий публикует система BO3 GLASS (Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System). В отчете за 2025 год представлены анализ распространенности антибиотикорезистентности в 2023 г. для 93 комбинаций «Тип инфекции патоген – антибиотик» и данные по трендам резистентности для 16 комбинаций за период с 2018 по 2023 гг. Отчет основан на данных более чем 23 млн подтвержденных бактериологических случаев инфекций кровотока, мочевыводящих путей, желудочно-кишечных инфекций и урогенитальной гонореи, полученных от 104 стран в 2023 г. и от 110 стран за период с 2016 по 2023 гг.

Ситуация с резистентностью возбудителей внебольничных инфекций в России в целом остается тревожной: появление среди ранее «благополучных» бактерий возбудителей с множественной резистентностью становится все более значимой [10]. В России проблема антибиотикорезистентности в ветеринарии остается актуальной несмотря на то, что с 2017 г. реализуется «Стратегия предупреждения распространения антимикробной резистентности в РФ на период до 2030 года». С 2022 г. действуют ограничения на применение антибиотиков в животноводстве согласно Федеральному закону «О биологической безопасности в Российской Федерации» № 492-ФЗ [16].

### **Характеристика мультирезистентных штаммов бактерий**

#### **Characteristics of multidrug-resistant bacterial strains**

Точная статистика выявления мультирезистентных штаммов бактерий в ветеринарных клиниках варьирует в зависимости от региона, типа бактерий, вида животных и методов исследования. Однако данные указывают на растущую проблему антибиотикорезистентности в ветеринарной медицине, которая усложняет лечение инфекций и повышает риски для здоровья животных и человека [12, 13].

Мультирезистентные стафилококки (метициллин-резистентный *S. pseudintermedius*). В Европе в 2007 г. был выявлен в 23% образцов в одной референсной клинике за год [14]. В США в период с 2003 по 2004 гг. в 17% всех выделенных штаммов стафилококка преобладали штаммы *S. pseudintermedius* [15]. В разных странах процент мультирезистентных штаммов *S. pseudintermedius* варьировал: в Великобритании – 5%, в Германии – 13%, в Италии – 21%, в Швейцарии – около 15%, во Франции – около 17% [15].

Энтерококки с множественной лекарственной устойчивостью. Исследование 2012 г. показало, что 48.9% изолятов энтерококков ( $n = 180$ ), выделенных из фекалий здоровых кошек, постоянно проживающих в ветеринарных клиниках, имели устойчивость к трем и более противомикробным препаратам. Наиболее частая устойчивость наблюдалась к тетрациклину (75%), эритромицину (50%) и рифампицину (36.1%) [15].

Мультирезистентные энтеробактерии. По данным на 2022 г., у 6.3% из 842 пациентов (кошек и собак) были обнаружены резистентные штаммы семейства Enterobacteriaceae. В глобальном масштабе доля штаммов *E. coli*, устойчивых к тетрациклам и ампициллину, выделенных от сельскохозяйственных животных, в ряде регионов превышает 50% [12].

*Acinetobacter* spp. В 2016 г. в ветеринарном госпитале Израиля произошла вспышка инфекции, вызванной мультирезистентным *Acinetobacter*, что привело к гибели 16 из 23 животных, находившихся на лечении [15]. В исследованиях, проведенных в РФ, среди ветеринарных клиник выявлена высокая устойчивость бактерий к критически важным препаратам: колистину, фторхинолонам (например, цiproфлоксацину), цефалоспорином последних поколений (например, цефотаксиму), азитромицину и рифампицину. В исследовании 45 штаммов *Salmonella infantis*, *S. enteritidis*, *S. typhimurium* все они обладали множественной лекарственной устойчивостью, причем большинство были устойчивы одновременно к 11-18 препаратам [11-13].

## Выводы

## Conclusions

Проведенный анализ демонстрирует непростую ситуацию с распространением антибиотикорезистентности, которая может приобрести характер глобальной угрозы для ветеринарии и здравоохранения. Определение механизмов формирования устойчивости, анализ статистических данных и современных тенденций развития проблемы показывают, что резистентность бактерий развивается по множеству направлений: от генетических мутаций до горизонтального переноса генов

устойчивости между различными видами микроорганизмов. Особую опасность представляют мультирезистентные штаммы, устойчивые к нескольким классам антибиотиков одновременно, среди которых выделяются *S. aureus*, *E. faecium*, *K. pneumoniae* и другие приоритетные патогены. Исследования выявили комплексный характер проблемы, охватывающей медицину, ветеринарию и сельское хозяйство. Нерациональное использование антибиотиков в этих сферах создает условия для формирования и распространения резистентных штаммов, которые могут передаваться между видами и через пищевые цепочки.

Статистические данные свидетельствуют о растущей распространенности антибиотикорезистентности. Так, в России выявлены штаммы энтерококков, устойчивых ко всем доступным антибиотикам, а глобальные показатели резистентности продолжают увеличиваться. По прогнозам ВОЗ, без принятия срочных мер к 2050 г. смертность от резистентных инфекций может достичь 10 млн случаев ежегодно. Поэтому необходим комплексный подход к решению проблемы, включающий в себя строгий контроль за использованием антибиотиков в ветеринарии и медицине, совершенствование методов диагностики резистентности, разработку новых антимикробных препаратов, внедрение альтернативных методов лечения и усиление международного сотрудничества в области мониторинга резистентности.

Особую тревогу вызывает тот факт, что современные механизмы контроля не успевают за скоростью распространения резистентности. Бактерии демонстрируют поразительную способность к адаптации, постоянно развивая новые способы защиты от существующих препаратов, что создает угрозу для ветеринарии и медицины.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка новых методов борьбы с резистентностью включая использование бактериофагов, антимикробных пептидов и нанотехнологий, а также совершенствование систем мониторинга и раннего предупреждения распространения устойчивых штаммов. Важное значение имеет также развитие образовательных программ для медицинских и ветеринарных работников и населения, направленных на формирование ответственного отношения к использованию препаратов.

Таким образом, проблема антибиотикорезистентности представляет собой сложный многоуровневый вызов, и благодаря объединению научных, медицинских, ветеринарных, образовательных ресурсов можно создать эффективную систему противодействия распространению резистентных штаммов бактерий и сохранить достижения современной медицины для будущих поколений.

## Список источников

1. WHO. Global antibiotic resistance surveillance report 2025: WHO Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) – Summary. Geneva: World Health Organization, 2025:19. <https://doi.org/10.2471/B09585>
2. Землянко О.М., Рогоза Т.М., Журавлёва Г.А. Механизмы множественной устойчивости бактерий к антибиотикам. *Экологическая генетика*. 2018;16(3):4-17. <https://doi.org/10.17816/ecogen1634-17>
3. Сидоренко С.В., Тишков В.И. Молекулярные основы резистентности к антибиотикам. *Успехи биологической химии*. 2004;44:263-306.
4. Супотницкий М.В. Механизмы развития резистентности к антибиотикам у бактерий. *Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение*. 2011;2(42):4-13.
5. Лисицына Е.С., Черненко Т.В., Ильина Е.Н. и др. Обнаружение генетических маркеров резистентности к β-лактамам антибиотикам у грамотрицательных микроорганизмов с помощью ПЦР-диагностики. *Антибиотики и химиотерапия*. 2015;60(9-10):17-22.
6. Белобородов В.Б., Голощапов О.В., Гусаров В.Г. и др. Диагностика и антимикробная терапия инфекций, вызванных полирезистентными микроорганизмами (обновление 2024 г.). *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2025;22(2):149-189. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-2-149-189>
7. Яковлев С.В., Сидоренко С.В., Проценко Д.Н. и др. Программа СКАТ (Стратегия Контроля Антимикробной Терапии) при оказании стационарной медицинской помощи: Российские клинические рекомендации. Москва: ООО КА «МедКом-Про», 2018:156.
8. Фурсова Н.К. *Лекарственная устойчивость микроорганизмов*. Москва: ОнтоПринт, 2012:247.
9. Аковбян В.А., Андреева И.В., Анкирская А.С. и др. *Практическое руководство по антиинфекционной химиотерапии*. Смоленск: НИИАХ СГМА, 2007:427.
10. Walker G.T., Quan J., Higgins S.G. et al. Predicting antibiotic resistance in gram-negative bacilli from resistance genes. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 2019;63(4): e02462-18. <https://doi.org/10.1128/aac.02462-18>
11. ВОЗ. Глобальный план действий по борьбе с устойчивостью к противомикробным препаратам. Женева: Всемирная Организация Здравоохранения, 2016:40.
12. Baptiste K.E., Williams K., Willams N.J. et al. Methicillin-resistant staphylococci in companion animals. *Emerging Infectious Diseases*. 2005;11(12):1942-1944. <https://doi.org/10.3201/eid1112.050241>
13. Ghosh A., KuKanich K., Brown C.E., Zurek L. Resident cats in small animal veterinary hospitals carry multi-drug resistant enterococci and are likely

## References

1. WHO. Global antibiotic resistance surveillance report 2025: WHO Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) – Summary. Geneva: World Health Organization, 2025:19. <https://doi.org/10.2471/B09585>
2. Zemlyanko O.M., Rogoza T.M., Zhouravleva G.A. Mechanisms of bacterial multiresistance to antibiotics. *Ecological Genetics*. 2018;16(3):4-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/ecogen1634-17>
3. Sidorenko S.V., Tishkov V.I. Molecular basis of antibiotic resistance. *Uspekhi biologicheskoy khimii*. 2004;44:263-306. (In Russ.)
4. Supotnitskiy M.V. Mechanisms of antibiotic resistance in bacteria. *Biological Products. Prevention, Diagnosis, Treatment*. 2011;2(42):4-13. (In Russ.)
5. Lisitsina E.S., Chernenkaya T.V., Ilyina E.N. et al. Discovery of genetic markers of resistance to β-lactams in gramnegative microorganisms by PCR diagnosis. *Antibiotics and Chemotherapy*. 2015;60(9-10):17-22. (In Russ.)
6. Beloborodov V.B., Goloshchapov O.V., Gusarov V.G. et al. Diagnosis and antimicrobial therapy of infections caused by polyresistant microorganisms (updated 2024). *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2025;22(2):149-189. (In Russ.) <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-2-149-189>
7. Yakovlev S.V., Sidorenko S.V., Protsenko D.N. et al. The SKAT (Antimicrobial Therapy Control Strategy) program for providing inpatient medical care: Russian clinical guidelines. Moscow, Russia: Limited Liability Company Communications Agency “MedCom-Pro”, 2018:156. (In Russ.)
8. Fursova N.K. Drug resistance of microorganisms. Moscow, Russia: OntoPrint, 2012:247. (In Russ.)
9. Akobyann V.A., Andreeva I.V., Ankirskaya A.S. et al. *Practical guide to anti-infectious chemotherapy*. Smolensk, Russia: NIIAKh SGMA, 2007:427. (In Russ.)
10. Walker G.T., Quan J., Higgins S.G. et al. Predicting antibiotic resistance in gram-negative bacilli from resistance genes. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 2019;63(4): e02462-18. <https://doi.org/10.1128/aac.02462-18>
11. WHO. Global action plan on antimicrobial resistance. Geneva: World Health Organization, 2016:40. (In Russ.)
12. Baptiste K.E., Williams K., Willams N.J., et al. Methicillin-resistant staphylococci in companion animals. *Emerging Infectious Diseases*. 2005;11(12):1942-1944. <https://doi.org/10.3201/eid1112.050241>
13. Ghosh A., KuKanich K., Brown C.E., Zurek L. Resident cats in small animal veterinary hospitals carry multi-drug resistant enterococci and are likely

- involved in cross-contamination of the hospital environment. *Frontiers in Microbiology*. 2012;3:62.
14. Cohen R. et al. Multi-drug-resistant *Acinetobacter calcoaceticus*-*Acinetobacter baumannii* complex infection outbreak in dogs and cats in a veterinary hospital. *Journal of Small Animal Practice*. 2016;57:617-625. <https://doi.org/10.1111/jsap.12555>
  15. Ruzauskas M., Siugzdiniene R., Klimiene I. et al. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus haemolyticus* in companion animals: a cross-sectional study. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 2014;13:56. <https://doi.org/10.1186/s12941-014-0056-y>
  16. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации». КонсультантПлюс. URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения: 17.04.2026)

## Сведения об авторах

**Полина Александровна Бочарова**, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; [polina.bocharova@rgau-msha.ru](mailto:polina.bocharova@rgau-msha.ru)

**Валентина Михайловна Бачинская**, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; [bachinskaya@rgau-msha.ru](mailto:bachinskaya@rgau-msha.ru); <https://orcid.org/0000-0001-7763-3066>

**Евгения Сергеевна Баранович**, кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; [ebaranovich@rgau-msha.ru](mailto:ebaranovich@rgau-msha.ru); <https://orcid.org/0000-0003-4689-2510>

**Дмитрий Витальевич Гончар**, кандидат биологических наук, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина; 109472, г. Москва, Академика Скрябина ул., 23; [san111194@mail.ru](mailto:san111194@mail.ru)

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 06.05.2026  
 Одобрена после рецензирования 27.05.2026  
 Принята к публикации 27.05.2026

- involved in cross-contamination of the hospital environment. *Frontiers in Microbiology*. 2012;3:62.
14. Cohen R. et al. Multi-drug-resistant *Acinetobacter calcoaceticus*-*Acinetobacter baumannii* complex infection outbreak in dogs and cats in a veterinary hospital. *Journal of Small Animal Practice*. 2016;57:617-625. <https://doi.org/10.1111/jsap.12555>
  15. Ruzauskas M., Siugzdiniene R., Klimiene I. et al. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus haemolyticus* in companion animals: a cross-sectional study. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 2014;13:56. <https://doi.org/10.1186/s12941-014-0056-y>
  16. Federal Law of December 30, 2020 No. 492-FZ "On Biological Safety in the Russian Federation." ConsultantPlus. URL: <https://www.consultant.ru/> (accessed: April 17, 2026)

## Information about the authors

**Polina A. Bocharova**, CSc (Bio), Senior Lecturer at the Department of Morphology, Veterinary and Sanitary Examination, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; [polina.bocharova@rgau-msha.ru](mailto:polina.bocharova@rgau-msha.ru)

**Valentina M. Bachinskaya**, DSc (Bio), Associate Professor, Head of the Department of Morphology, Veterinary and Sanitary Examination, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; [bachinskaya@rgau-msha.ru](mailto:bachinskaya@rgau-msha.ru); <https://orcid.org/0000-0001-7763-3066>

**Evgeniya S. Baranovich**, CSc (Vet), Associate Professor at the Department of Morphology, Veterinary and Sanitary Examination, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; [ebaranovich@rgau-msha.ru](mailto:ebaranovich@rgau-msha.ru); <https://orcid.org/0000-0003-4689-2510>

**Dmitriy V. Gonchar**, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Examination, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin; 23 Akademika Skryabina St., Moscow, 109472, Russian Federation; [san111194@mail.ru](mailto:san111194@mail.ru)

## Conflict of interests

The authors declare no relevant conflict of interests.

The article was submitted to the editorial office May 06, 2026  
 Approved after reviewing May 27, 2026  
 Accepted for publication May 27, 2026