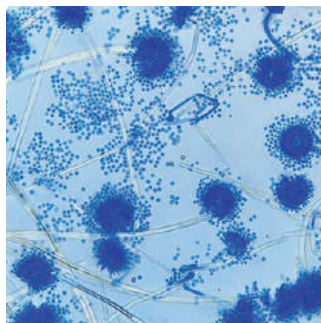




Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии Научно-исследовательский институт антимикробной химиотерапии ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России

Учредители:

Синопальников А.И.; Пискунов Г.Г.; Козлов Р.С.; Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии (МАКМАХ)

Главный редактор:
Синопальников А.И.

Адрес редакции:

214019, Смоленская обл., г. Смоленск, ул. Кирова, д. 46А

Эл. почта: info@cmac-journal.ru

Адрес для корреспонденции:

214019, г. Смоленск, а/я 5.

Тел./факс: +7(4812)52-06-02

Издатель МАКМАХ:

214019, г. Смоленск,

ул. Кирова 46А. www.iacmac.ru

Адрес типографии:

214020, Россия, г. Смоленск,

ул. Смольянинова, д. 1

Электронная версия журнала:

https://cmac-journal.ru

Подписка на сайте издателя:

https://service.iacmac.ru

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Запись в реестре зарегистрированных СМИ: ПИ № ФС 77 – 86269 от 27.11.2023

Не распространяется через пред-
приятия связи

Тираж 3000 экз.

Свободная цена

Дата выхода – 04.11.2026

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Присланные в редакцию статьи проходят рецензирование

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов публикуемых материалов

Ответственность за достоверность рекламных публикаций несут рекламодатели

При перепечатке ссылка на журнал обязательна

Журнал является научным изданием для врачей, в связи с чем на него не распространяются требования Федерального закона от 29.12.2010 №436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»

Иллюстрация для обложки предоставлена: Ольга Николаевна Пинегина (ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России)

© Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия, 2026.

Содержание

Болезни и возбудители

Носов Н.Ю., Никонорова Е.Р., Соломка В.С., Плахова К.И.

- 148** Разработка схемы молекулярного типирования *Chlamydia trachomatis* на основе анализа высоковариабельных локусов генома

Андреева И.В., Андреев В.А., Довгань Е.В., Карпова Е.П., Овчинников А.Ю., Селимзянова Л.Р., Стецюк О.У.

- 171** Двухуровневые комбинированные пробиотики – новая парадигма профилактики респираторных инфекций и антибиотикоассоциированных состояний

Антимикробные препараты

Зубарева Н.А., Паршаков А.А., Попов Д.А.

- 187** Цефтобиол: новые данные о микробиологической активности, клинической эффективности и безопасности применения у разных групп пациентов (обзор литературы)

Костина А.В., Костылева М.Н., Строк А.Б., Петрайкина Е.Е., Зырянов С.К.

- 195** Применение биоплена у пациентов детского возраста: что нам известно

Горелов А.В., Козлов Р.С., Ливзан М.А., Андреева И.В., Бавыкина И.А., Байлова О.П., Бикбаева Г.Р., Бондарь Г.Н., Довгань Е.В., Дондурей Е.А., Ермаков А.М., Ермоленко К.Д., Ермоленко К.Ю., Зайцев А.В., Захаренко С.М., Зольникова О.Ю., Зорина Л.А., Зырянов С.К., Качковский М.А., Кулыгина Ю.А., Лозко Н.И., Осипенко М.Ф., Пинелис М.Л., Приворотский В.Ф., Репецкая М.Н., Рязанцев С.В., Сагитова Г.Р., Стецюк О.У., Трофименко И.Н., Усенко Д.В., Фесенко О.В., Хамитов Р.Ф., Чемисова О.С., Шабалов А.М., Шаталина С.И., Шебеко С.К., Шевяков М.А., Яковлева Л.В.

- 203** Антибиотики и пробиотики: старые вызовы и новые решения. Резолюция саммита экспертов

Антибиотикорезистентность

Кузьменков А.Ю., Гуляева Н.А., Виноградова А.Г., Мещурова С.Ю., Бабичева А.И.

- 209** Факторы риска и прогностические модели наличия бактериальных возбудителей с клинически значимыми фенотипами антимикробной резистентности: систематический обзор

Оганесян Э.Г., Гусарова К.В., Ковыршин С.В., Жук А.С., Тараскина А.Е., Любимова А.В., Васильева Н.В.

- 241** Генетические механизмы устойчивости *Candidozyma auris* к флуцитозину, индуцированной *in vitro*

Виноградова А.Г., Кузьменков А.Ю., Трушин И.В., Козлов Р.С.

- 253** Сравнительный анализ результатов определения чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам и используемые стандарты интерпретации в медицинских организациях Российской Федерации

Бондарева И.Б., Зырянов С.К., Ченкуров М.С., Пуцман Г.А., Савоцкая А.М.

- 264** Популяционное фармакокинетическое/фармакодинамическое моделирование линезолида в популяции взрослых пациентов, находящихся в критическом состоянии

Бонцевич Р.А.

- 279** Архитектура знаний в антимикробной терапии: от кластерной стратификации к карте корреляционных связей

Опыт работы

Божкова А.Г., Шимановский Н.Л., Мелкумян А.Р., Чистякова Д.А., Алексеев М.В., Ачкасов С.И.

- 290** Полногеномный анализ пробиотического штамма *Lactocaseibacillus* – идентификация генетических детерминант продукции бактериоцинов как основа для стандартизации моно- и поликомпонентных пробиотиков

Решетнева И.Т., Рукусуева Т.В., Перьянова О.В.

- 301** Молекулярно-генетические особенности и распространенность генов резистентности *Salmonella enterica* к тетрациклину

Козлова Е.Ю., Эйдельштейн И.А., Плескачевская Т.А., Новикова О.Б., Шалкина Л.А., Корнюшина В.М., Романов А.В., Козлов Р.С.

- 309** Мониторинг резистентности к макролидам у *Mycoplasma pneumoniae*, выделенных у детей Смоленской области в 2009–2024 гг.: исследование «DeMaRes»

Власова А.В., Горев В.В., Лукаш У.В., Смирнова Е.В., Волкова Н.Н., Горохов Д.В., Быстрова А.А., Брунова О.Ю., Валиева С.И., Теновская Т.А., Ртищев А.Ю., Сорокин Е.В., Джандарова Д.Т., Комаров А.Г.

- 320** Локальный опыт адаптации шкалы «СКАТ 2025» для стратификации риска резистентных возбудителей и выбора стартовой эмпирической антимикробной терапии в многопрофильной детской больнице

Описание клинических случаев

Веселова Е.И., Кузнецова Е.Н., Зилфова Д.И., Перегудова А.Б., Тинькова В.В., Васильева И.А.

- 330** Лечение генерализованного микобактериоза, вызванного *Mycobacterium avium*, у пациентов с ВИЧ-инфекцией с использованием бедаквилина в схеме терапии: клинические примеры

Демченкова М.В., Съемщикова Ю.П., Барзунова Т.В., Козлов Ю.А., Савинцева И.Н.

- 338** Сепсис, вызванный *Lactobacillus*: описание клинического случая

Андреев С.С., Яцков К.В., Рязанцева Е.В., Исаев Т.К., Трушин Р.Н., Кузнецова Д.С., Желнова Е.И., Лысенко М.А.

- 344** Применение резафунгина для лечения глубокого инвазивного кандидоза, обусловленного *Candidozyma auris*: клиническое наблюдение

Сравнительный анализ результатов определения чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам и используемые стандарты интерпретации в медицинских организациях Российской Федерации

Виноградова А.Г., Кузьменков А.Ю., Трушин И.В., Козлов Р.С.

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск, Россия

Контактный адрес:

Алина Геннадьевна Виноградова
Эл. почта: alina.vinogradova@antibiotic.ru

Ключевые слова: определение чувствительности, антимикробные препараты, антибиотикорезистентность, стандарты категоризации.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Внешнее финансирование: исследование проведено без внешнего финансирования.

Цель. Оценить результаты категоризации чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам по данным микробиологических лабораторий Российской Федерации за 2023 и 2024 г. с учетом применяемых стандартов интерпретации, их версий, микроорганизмов и федеральных округов.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное описательное исследование агрегированных данных микробиологических лабораторий. В анализ включены данные 494 лабораторий за 2023 г. и 520 лабораторий за 2024 г. Оценивали распространенность стандартов интерпретации, их актуальность, долю ошибок и неточностей, а также их типы среди протестированных результатов, распределение по микроорганизмам, федеральным округам. Для межгодового сравнения рассчитывали абсолютную разницу долей, 95% ДИ, проводили парный анализ сопоставимых лабораторий и многофакторную обобщенную линейную модель с квазибиномиальным распределением.

Результаты. В 2023 г. доля ошибок и неточностей составила 125 435 из 1 694 993 протестированных результатов (7,4%), в 2024 г. – 244 461 из 2 506 844 (9,8%). Наибольшая доля в оба года выявлялась в группе лабораторий, применявших только МУК 4.2.1890-04: 31,3% в 2023 г. и 41,0% в 2024 г. В агрегированном сравнении доля ошибок и неточностей в 2024 г. была выше на 2,35 п.п., однако парный анализ 377 лабораторий не выявил статистически значимого однонаправленного изменения показателя. В многофакторной модели независимая ассоциация с более высокой долей ошибок и неточностей сохранялась для группы «только МУК 4.2.1890-04» и для стандартов с неизвестным годом версии.

Выводы. Частота ошибок и неточностей в рутинной лабораторной отчетности определяется сочетанием применяемых стандартов, их актуальности, микроорганизмов и региональной структуры данных. Полученные результаты обосновывают необходимость системного контроля категоризации результатов определения чувствительности, включая проверку ожидаемой устойчивости, редких фенотипов и случаев отсутствия интерпретационных критериев.

Original Article

Comparative analysis of antimicrobial susceptibility testing results and applied interpretive standards in Russian Federation medical organizations

Vinogradova A.G., Kuzmenkov A.Yu., Trushin I.V., Kozlov R.S.

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

Contacts:

Alina G. Vinogradova
E-mail: alina.vinogradova@antibiotic.ru

Key words: antimicrobial susceptibility testing, antimicrobial agents, antimicrobial resistance, interpretation criteria.

Conflicts of interest: all authors report no conflicts of interest relevant to this article.

External funding source: no external funding received.

Objective. To assess the categorization of antimicrobial susceptibility testing results using aggregated data from microbiology laboratories in the Russian Federation for 2023 and 2024, considering interpretation standards, their versions, microorganisms, and federal districts.

Materials and methods. A retrospective descriptive study of aggregated microbiology laboratory data for 2023 and 2024 was performed. Data from 494 laboratories in 2023 and 520 laboratories in 2024 were included. We assessed the use and recency of interpretation standards, the proportion of errors/inaccuracies among tested results, and their distribution by type, microorganism, federal district, and standard recency group. Year-to-year comparisons included absolute differences in proportions, 95% confidence intervals, paired analysis of comparable laboratories, and a multivariable quasi-binomial generalized linear model.

Виноградова А.Г. и соавт.

Анализ результатов определения чувствительности в РФ

Results. In 2023, errors/inaccuracies accounted for 125,435 of 1,694,993 tested results (7.4%); in 2024, they accounted for 244,461 of 2,506,844 results (9.8%). In both years, the highest proportion was observed in laboratories using only MUK 4.2.1890-04: 31.3% in 2023 and 41.0% in 2024. In the aggregated comparison, the 2024 proportion was higher by 2.35 percentage points; however, paired analysis of 377 laboratories did not demonstrate a statistically significant unidirectional change. In the multivariable model, higher proportions remained independently associated with the “only MUK 4.2.1890-04” group and with standards of unknown version year.

Conclusions. The frequency of errors/inaccuracies in routine laboratory reporting is determined by the combined influence of interpretation standards, their recency, microorganisms, and regional data structure. The findings support systematic quality control of AST result categorization, including review of expected resistance, rare phenotypes, and cases where interpretive criteria are absent.

Введение

Антимикробная резистентность остается одной из приоритетных проблем здравоохранения, поскольку снижает эффективность терапии инфекционных заболеваний и требует постоянного совершенствования лабораторного мониторинга. ВОЗ подчеркивает, что данные наблюдения за антимикробной резистентностью должны быть стандартизированы и пригодны для принятия решений на клиническом и эпидемиологическом уровнях [1]. Обновленный перечень приоритетных бактериальных патогенов ВОЗ 2024 г. также указывает на необходимость надежного лабораторного подтверждения устойчивости для возбудителей, имеющих наибольшее значение для общественного здравоохранения [2].

Результаты определения чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам (АМП) используются при выборе терапии, разработке локальных протоколов и оценке региональных тенденций антибиотикорезистентности. Поэтому для таких данных важны не только полнота сбора, но и корректная категоризация результата, единообразное применение критериев интерпретации и возможность сопоставления результатов между лабораториями. В стратегических приоритетах ВОЗ на 2025–2035 гг. отдельно подчеркивается значение качественной диагностики и стратегической информации для противодействия бактериальным инфекциям, вызванным устойчивыми возбудителями [3].

Критерии интерпретации результатов определения чувствительности регулярно пересматриваются с учетом новых данных о механизмах резистентности, фармакокинетики и фармакодинамики АМП, клинической эффективности и эпидемиологических пороговых значениях. Российские и международные документы регулярно обновляют пограничные значения и правила интерпретации, что делает фиксацию конкретной версии стандарта обязательным условием сопоставимости лабораторных данных [4–6].

Анализ агрегированных данных рутинной лабораторной отчетности требует учета их внутренней неоднородности, связанной с различиями в стандартах интерпретации, актуальности критериев и структуре представленных

результатов. Без такого учета межгодовые изменения могут отражать не только реальные сдвиги в качестве категоризации, но и особенности формирования анализируемого массива. В связи с этим оценка несоответствий должна включать не только их общую частоту, но и факторы, определяющие контекст их возникновения.

Цель исследования – оценить результаты категоризации чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам по агрегированным данным микробиологических лабораторий Российской Федерации за 2023 и 2024 г. с учетом применяемых стандартов интерпретации, их версий, микроорганизмов и федеральных округов.

Материалы и методы

Проведено ретроспективное описательное исследование, основанное на анализе агрегированных данных микробиологических лабораторий за 2023 и 2024 г. Единицей анализа при оценке распространенности стандартов интерпретации являлась лаборатория. Для оценки частоты ошибок и неточностей (О/Н) единицей анализа была агрегированная запись, сформированная по комбинации микроорганизма, типа О/Н, федерального округа, применяемого стандарта или группы актуальности стандартов. Индивидуальные данные пациентов в представленных расчетных таблицах отсутствовали, медицинское вмешательство, рандомизация и проспективное наблюдение не проводились.

В качестве анализируемых стандартов интерпретации учитывали EUCAST, российские рекомендации по определению чувствительности (МАКМАХ), CLSI и МУК 4.2.1890-04. Для каждой лаборатории оценивали факт использования каждого стандарта, применение одного стандарта или комбинации стандартов, а также год используемой версии. При анализе актуальности стандартов лаборатории распределяли на следующие группы: использование всех указанных стандартов текущего года анализа и новее, наличие хотя бы одного стандарта до года анализа, наличие стандарта с неизвест-

ным годом, использование только МУК 4.2.1890-04, отсутствие данных о стандартах. Для 2023 г. актуальными считали версии 2023 г. и новее, для 2024 г. – версии 2024 г. и новее.

В рамках настоящего исследования О/Н рассматривали как условную аналитическую категорию, предназначенную для выявления ситуаций, требующих внимания микробиолога при интерпретации результатов определения чувствительности. К таким ситуациям относили случаи, при которых результат может требовать дополнительной проверки, экспертной оценки или отражения соответствующих особенностей в микробиологическом заключении: ожидаемая устойчивость, редкий фенотип, необходимость коррекции категории чувствительности или присвоение категории при отсутствии интерпретационных критериев. О/Н не трактовали как безусловно доказанную ошибку конкретного лабораторного заключения, поскольку анализ проводился на агрегированных данных и не включал оценку первичных протоколов исследования, клинических особенностей, выданного заключения и назначенной антимикробной терапии. Вместе с тем такой подход позволяет оценить, с какой частотой в рутинных лабораторных данных встречаются потенциально проблемные ситуации, требующие контроля качества интерпретации.

Основной конечной точкой являлась доля О/Н среди всех протестированных результатов. Ее рассчитывали, как отношение числа протестированных результатов, отнесенных к О/Н, к общему числу протестированных результатов в соответствующей группе анализа. Дополнительно оценивали долю строк с О/Н, распределение О/Н по типам, частоту О/Н по микроорганизмам, федеральным округам, комбинациям стандартов и группам актуальности критериев интерпретации. Для отдельного анализа случаев, в которых категория результата отличалась от R, учитывали только два типа О/Н: ожидаемую устойчивость и отсутствие интерпретационных критериев.

Для сравнения 2023 и 2024 гг. дополнительно рассчитывали абсолютную разницу долей в процентных пунктах (п.п.) в направлении «2024 г. минус 2023 г.», 95% доверительный интервал для разницы долей и р-значением. Уровень значимости $\alpha = 0,05$. Для множественных сравнений использовали поправку Бенджамини-Хохберга. В отдельном анализе оценивали лаборатории, представленные в обоих годах; для них рассчитывали среднюю и медианную разницу доли О/Н, бутстреп 95% ДИ: средней разницы, парный критерий Уилкоксона и критерий МакНемар для факта наличия хотя бы одной О/Н. Дополнительно была построена многофакторная обобщенная линейная модель с квазибиномиальным распределением, в которую включали год, микроорганизм, федеральный округ и группу актуальности стандартов. Количественные показатели представлены в виде абсолютных значений и долей в процентах.

Статистическую обработку данных выполняли в среде R версии 4.6.0. Очистку и агрегирование данных проводили с использованием соответствующих паке-

тов коллекции tidyverse, расчет доверительных интервалов, межгодовых различий и результатов регрессионного анализа – с использованием stats, binom и broom. Графическое представление выполнено средствами ggplot2, ggtext и scales. Для подготовки воспроизводимого дашборда использовали Quarto с пакетами quarto, DT и plotly.

Результаты

Данные за 2023 г.

Анализ включал данные 494 лабораторий. При оценке распространенности стандартов было установлено, что EUCAST использовали 307 лабораторий (62,2%), МАКМАХ – 217 (43,9%), МУК 4.2.1890-04 – 117 (23,7%), CLSI – 16 (3,2%). Поскольку одна лаборатория могла использовать несколько стандартов одновременно, эти категории не являлись взаимоисключающими. Для классификации лабораторий по числу используемых стандартов один стандарт категоризации применяли 352 из 494 лабораторий (71,3%), комбинацию двух и более стандартов – 139 (28,1%), а для 3 лабораторий (0,6%) данные о стандартах отсутствовали. При анализе конкретных схем использования стандартов, рассчитанном от общего числа лабораторий, наиболее распространенными были: только EUCAST – 186 лабораторий (37,7%), только МАКМАХ – 99 (20%), комбинация МАКМАХ–EUCAST – 79 (16%) и только МУК 4.2.1890-04 – 66 (13,4%). Наиболее частой комбинацией было сочетание МАКМАХ–EUCAST – встречалось у 79 из 139 лабораторий (56,8%).

Актуальность использованных стандартов значительно различалась. Среди лабораторий, использовавших EUCAST, версии 2023 г. и новее применяли 177 из 307 лабораторий (57,7%), версии до 2023 г. – 120 лабораторий (39,1%), а у 10 лабораторий (3,3%) год версии был неизвестен. Для рекомендаций МАКМАХ преобладали версии до 2023 г. – 177 из 217 лабораторий (81,6%), версии 2023 г. и новее использовали 30 лабораторий (13,8%), неизвестный год был указан у 10 лабораторий (4,6%). Среди лабораторий, использовавших CLSI, версии до 2023 г. применяли 11 из 16 лабораторий (68,8%), версии 2023 г. и новее – 3 лаборатории (18,8%), а у 2 лабораторий (12,5%) год версии был неизвестен.

Распределение частот использования стандартов интерпретации различных версий (годов) представлено на Рисунке 1.

Суммарный объем протестированных результатов составил 1 694 993, из них 125 435 результатов были отнесены к О/Н, что соответствовало 7,4% от общего числа протестированных результатов. Наибольшая доля О/Н наблюдалась в группе лабораторий, использовавших только МУК 4.2.1890-04: 43 720 из 139 725 протестированных результатов (31,3%; 95% ДИ: 31,05–31,53). В группе лабораторий без данных о стандартах доля О/Н составила 536 из 4 217 (12,7%; 95% ДИ: 11,74–13,75), при наличии стандарта с неизвестным



Рисунок 1. Актуальность стандартов интерпретации определения чувствительности в 2023 г.

годом – 3 138 из 37 912 (8,3%; 95% ДИ: 8,00–8,56). Если использовался один стандарт до 2023 г., доля О/Н составила 55 704 из 908 993 (6,1%; 95% ДИ: 6,08–6,18). Минимальная доля О/Н была отмечена в группе лабораторий, где все указанные стандарты относились к 2023 г. и новее: 22 337 из 604 146 (3,7%; 95% ДИ: 3,65–3,75). При оценке по микроорганизмам наибольшая суммарная доля О/Н была отмечена для *Enterococcus faecium* – 26 961 из 73 956 протестированных результатов (36,5%), *Staphylococcus aureus* – 48 886 из 159 577 (30,6%), *Acinetobacter baumannii* – 14 443 из 85 496 (16,9%), *Streptococcus pneumoniae* – 6 626 из 41 478 (16,0%) и *Pseudomonas aeruginosa* – 13 423 из 127 972 (10,5%). Более низкие показатели были выявлены для *Klebsiella pneumoniae* – 8 294 из 466 789 (1,8%) и *Escherichia coli* – 6 755 из 737 640 (0,9%).

В структуре О/Н ведущим типом несоответствий была ожидаемая устойчивость: в 2023 г. она составила 54 320 случаев (3,2 %), тогда как категория чувствительности при отсутствии интерпретационных критериев и коррекция чувствительности отмечались реже: в 31 433 случаях (1,9%) и в 21 062 случаях (1,2%) соответственно. Редкий фенотип выявлен в 51 701 случае (3,1%).

При анализе случаев, в которых категория отличалась от R (резистентность), учитывались только ожидаемая устойчивость и отсутствие интерпретационных критериев. Наиболее высокие значения были выявлены в группе лабораторий, использовавших только МУК 4.2.1890-04: для ожидаемой устойчивости – 17 502 из 139 725 (12,5%; 95% ДИ: 12,35–12,70), для отсутствия критериев – 12 228 из 139 725 (8,8%; 95% ДИ: 8,60–8,90). В группе лабораторий, где все указан-

ные стандарты относились к 2023 г. и новее, соответствующие показатели были существенно ниже: 1 460 из 604 146 (0,2%; 95% ДИ: 0,23–0,25) и 3 239 из 604 146 (0,5%; 95% ДИ: 0,52–0,55). Дополнительно оценивали частоту случаев, в которых категория чувствительности для отдельных микроорганизмов отличалась от R (Таблица 1).

При агрегировании данных по федеральным округам наибольшая доля О/Н была отмечена в Северо-Кавказском федеральном округе – 22 201 из 103 829 протестированных результатов (21,4%). В Приволжском федеральном округе доля О/Н составила 45 350 из 340 036 (13,3%), в Северо-Западном – 1 468 из 21 669 (6,8%), в Дальневосточном – 8 897 из 139 914 (6,4%), в Центральном – 5 605 из 85 741 (6,5%). Более низкие значения отмечены в Сибирском, Уральском и Южном федеральных округах: 4,9%, 4,7% и 3,3% соответственно.

Данные за 2024 г.

В анализ были включены данные по 520 лабораториям. При оценке распространенности отдельных стандартов интерпретации наиболее часто в отчетах фигурировали рекомендации МАКМАХ – у 321 лаборатории (61,7%), EUCAST был указан у 291 лаборатории (56,0%), МУК 4.2.1890-04 – у 97 (18,7%), а CLSI – у 15 (2,9%). Поскольку одна лаборатория могла указывать более одного стандарта, данные показатели отражают частоту упоминания каждого стандарта по отдельности. По числу стандартов лаборатории распределялись следующим образом: один стандарт был отмечен у 339 лабораторий (65,2%), два и более стандартов – у 176 (33,8%); для 5 лабораторий (1,0%) сведения о

Таблица 1. Частота встречаемости ошибок/неточностей в представленных комбинациях «микроорганизм-антимикробный препарат», данные по РФ, 2023–2024 гг.

Вид микроорганизма	Тип ошибок/неточностей	2023				2024				Динамика	
		%	абсолютное количество	категория от-личается от R, %	категория от-личается от R, абсолютное количество	%	абсолютное количество	категория от-личается от R, %	категория от-личается от R, абсолютное количество	2024–п.п.	кате-го-рии от-лича-ется от R, п.п.
<i>Acinetobacter baumannii</i>	ожидаемая устойчивость	14,04	12000/85496	4,2	3587/85496	10,73	9087/84666	4,86	4117/84666	-3,31	0,66
<i>Acinetobacter baumannii</i>	категория чувствительности при отсутствии интерпретационных критериев	2,86	2443/85496	1,85	1581/85496	0,96	815/84666	0,54	461/84666	-1,90	-1,31
<i>Enterococcus faecium</i>	ожидаемая устойчивость	18,09	13376/73956	14,47	10699/73956	15,74	11636/73948	13,11	9694/73948	-2,35	-1,36
<i>Enterococcus faecium</i>	категория чувствительности при отсутствии интерпретационных критериев	12,21	9030/73956	9,26	6851/73956	10,79	7979/73948	6,5	4806/73948	-1,42	-2,76
<i>Escherichia coli</i>	ожидаемая устойчивость	0,92	6755/737640	0,54	4011/737640	2,80	32317/1153379	2,08	24042/1153379	1,88	1,54
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ожидаемая устойчивость	1,78	8294/466789	0,86	3996/466789	2,09	12745/610187	0,93	5693/610187	0,31	0,07
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ожидаемая устойчивость	7,45	9528/127972	6,22	7962/127972	8,10	14146/174688	7,07	12359/174688	0,65	0,85
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	категория чувствительности при отсутствии интерпретационных критериев	3,04	3895/127972	2,6	3332/127972	1,29	2253/174688	1,05	1838/174688	-1,75	-1,55
<i>Staphylococcus aureus</i>	ожидаемая устойчивость	1,84	2935/159577	1,41	2245/159577	6,30	18839/299001	4,53	13549/299001	4,46	3,12
<i>Staphylococcus aureus</i>	категория чувствительности при отсутствии интерпретационных критериев	10,07	16065/159577	8,04	12832/159577	16,81	50248/299001	11,15	33333/299001	6,74	3,11
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	ожидаемая устойчивость	3,45	1432/41478	1,95	809/41478	9,26	10244/110668	5,98	6619/110668	5,81	4,03

Микроорганизмы без зарегистрированных O/H по всем анализируемым категориям, а также отдельные типы O/H, не встречавшиеся для конкретного микроорганизма, в таблицу не включались.

стандартах категоризации отсутствовали. При последующей классификации лабораторий по конкретному стандарту категоризации каждая лаборатория учитывалась только в одном варианте. Наиболее распространенными вариантами были: только МАКМАХ – 159 лабораторий (30,6%), только EUCAST – 135 (26,0%), МАКМАХ–EUCAST – 112 (21,5%) и только МУК 4.2.1890-04 – 43 (8,3%). Среди лабораторий, указавших два и более стандарта, доминировало сочетание МАКМАХ–EUCAST – 112 из 176 лабораторий (63,6%). Комбинации МАКМАХ–EUCAST–МУК 4.2.1890-04 и МАКМАХ–МУК 4.2.1890-04 встречались с одинаковой частотой – по 19 лабораторий (10,8%), а вариант EUCAST–МУК 4.2.1890-04 был представлен 13 лабораториями (7,4%).

Среди лабораторий, использовавших EUCAST, версии 2024 г. и новее применяли 175 из 291 лабораторий (60,1%), версии до 2024 г. – 110 лабораторий (37,8%), а у 6 лабораторий (2,1%) год версии был неизвестен. Для рекомендаций МАКМАХ версии 2024 г. и новее использовали 249 из 321 лабораторий (77,6%), версии до 2024 г. – 61 лаборатория (19%), неизвестный год был указан у 11 лабораторий (3,4%). Если CLSI версии 2024 г. и новее применяли 5 из 15 лабораторий (33,3%), то версии до 2024 г. – 10 лабораторий (66,7%). Распределение частот использования стандартов интерпретации различных версий (годов) представлено на Рисунке 2.

Суммарный объем протестированных результатов составил 2 506 844, из них 244 461 результат был отнесен к О/Н, что соответствовало 9,8% от общего числа протестированных результатов. Наибольшая доля О/Н была выявлена в группе лабораторий, использовавших только МУК 4.2.1890-04: 107 500 из 261 915 протести-

рованных результатов (41,0%; 95% ДИ: 40,86–41,23). При наличии стандарта с неизвестным годом доля О/Н составила 6 064 из 36 108 (16,8%; 95% ДИ: 16,41–17,18). В группе лабораторий, где все указанные стандарты относились к 2024 г. и новее, показатель составил 86 958 из 1 270 171 (6,9%; 95% ДИ: 6,80–6,89). В случае, когда не было данных о стандартах, доля О/Н составила 698 из 11 137 (6,3%; 95% ДИ: 5,83–6,73), а при наличии минимум одного стандарта до 2024 г. – 43 241 из 927 513 (4,7%; 95% ДИ: 4,62–4,71).

На уровне микроорганизмов наибольшая суммарная доля О/Н была отмечена для *S. aureus* – 127 811 из 299 001 протестированного результата (42,8%). Для *E. faecium* показатель составил 24 245 из 73 948 (32,8%), для *E. faecalis* – 11 из 55 (20,0%), для *S. pneumoniae* – 21 032 из 110 668 (19,0%), для *A. baumannii* – 9 901 из 84 666 (11,7%), а для *P. aeruginosa* – 16 399 из 174 688 (9,4%). Более низкие значения были выявлены для *E. coli* – 32 317 из 1 153 379 (2,8%) и *K. pneumoniae* – 12 745 из 610 187 (2,1%).

По типам О/Н с наибольшей частотой встречалась ожидаемая устойчивость – 109 014 случаев, что соответствовало 4,4% от общего числа протестированных результатов. Категория чувствительности при отсутствии интерпретационных критериев была отмечена в 61 297 случаях (2,4%), коррекция чувствительности – в 35 787 случаях (1,4%), а редкий фенотип – в 77 657 случаях (3,1%). В рамках оценки вариантов, когда категория отличалась от R, наиболее высокие значения также были выявлены в группе лабораторий, использовавших только МУК 4.2.1890-04: для ожидаемой устойчивости – 37 599 из 261 915 (14,4%; 95% ДИ: 14,22–14,49), для отсутствия критериев – 20 435 из 261 915 (7,8%; 95% ДИ: 7,70–7,91). При наличии стандарта с

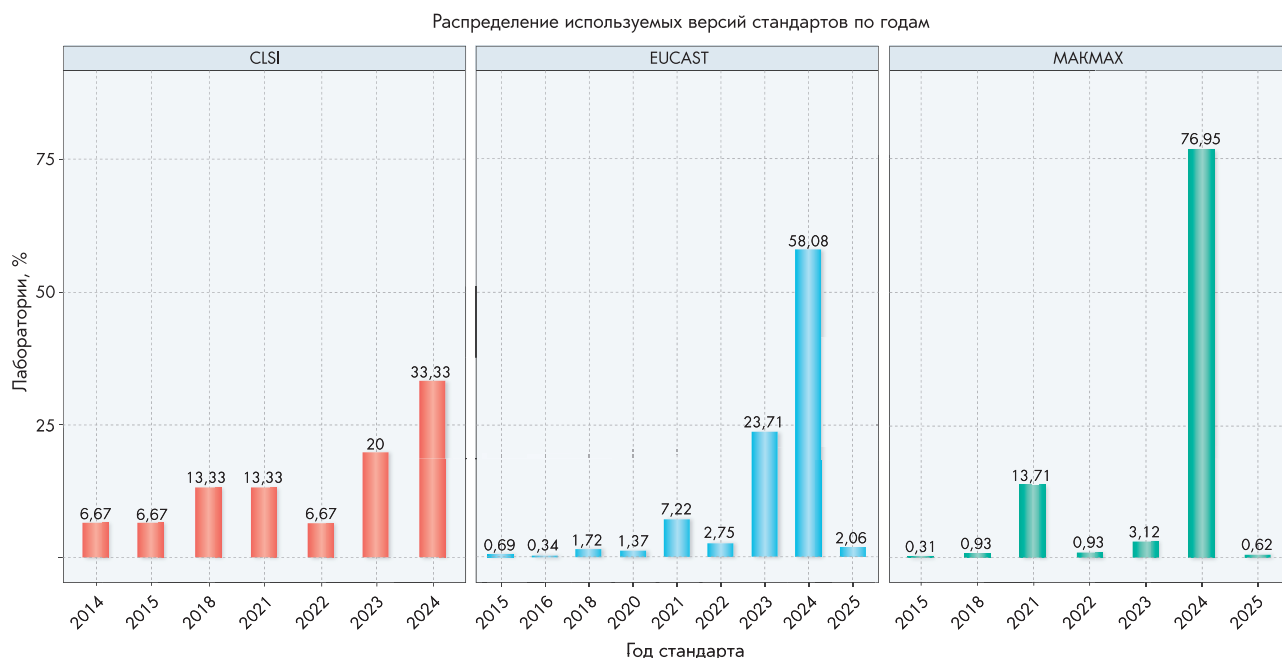


Рисунок 2. Актуальность стандартов интерпретации определения чувствительности в 2024 г.

неизвестным годом соответствующие показатели составили 7,6% и 1,6%. В группе лабораторий, где все указанные стандарты относились к 2024 г. и новее, доля таких случаев составила 1,8% для ожидаемой устойчивости и 1,1% для отсутствия критериев.

При агрегировании данных по федеральным округам наибольшая доля О/Н была отмечена в Северо-Кавказском федеральном округе – 156 786 из 442 259 протестированных результатов (35,5%). В Центральном федеральном округе показатель составил 8 710 из 104 055 (8,4%), в Приволжском – 22 715 из 277 580 (8,2%), в Уральском – 15 078 из 340 038 (4,4%), в Сибирском – 19 615 из 449 875 (4,4%), а в Дальневосточном – 6 015 из 159 828 (3,8%). Более низкие значения были выявлены в Южном и Северо-Западном федеральных округах – 2,1% и 1,4% соответственно.

Сравнение данных 2023 и 2024 г.

В агрегированном сравнении доля О/Н в 2024 г. была выше на 2,35 п.п. по сравнению с 2023 г. Так, 95% ДИ: разницы составил 2,30–2,41 п.п. При этом увеличение было связано не с равномерным ростом всех типов О/Н, а преимущественно с ожидаемой устойчивостью и категорией при отсутствии критериев. Доля О/Н по типу ожидаемой устойчивости увеличилась на 1,14 п.п., доля категории при отсутствии критериев – на 0,59 п.п., доля коррекции чувствительности – на 0,18 п.п. Для редких фенотипов изменение было минимальным и составило 0,05 п.п., но также достигало статистической значимости.

На уровне микроорганизмов наиболее выраженный рост доли О/Н был выявлен для *S. aureus*: разница составила +12,11 п.п. Для *S. pneumoniae* показатель увеличился на 3,03 п.п., для *E. coli* – на 1,89 п.п., для *K. pneumoniae* – на 0,31 п.п. Напротив, снижение доли О/Н было отмечено для *A. baumannii* (–5,20 п.п.), *E. faecium* (–3,67 п.п.) и *P. aeruginosa* (–1,10 п.п.). Для *E. faecalis* различие было отрицательным, но статистически незначимым ($p = 0,08407$).

На уровне федеральных округов динамика была разнонаправленной. Наибольшее увеличение доли О/Н было зарегистрировано в Северо-Кавказском федеральном округе: +14,07 п.п. В Центральном федеральном округе показатель увеличился на 1,83 п.п. В остальных федеральных округах наблюдалось снижение: в Северо-Западном федеральном округе на 5,41 п.п., в Приволжском – на 5,15 п.п., в Дальневосточном – на 2,60 п.п., в Южном – на 1,14 п.п., в Сибирском – на 0,53 п.п., в Уральском – на 0,27 п.п.

Сравнение практики использования стандартов показало изменение структуры. Доля лабораторий, использовавших стандарты МАКМАХ, увеличилась на 17,8 п.п., тогда как доля лабораторий, использовавших EUCAST, снизилась на 6,2 п.п., МУК 4.2.1890-04 – на 5,0 п.п., CLSI – на 0,4 п.п. Доля лабораторий, применявших один стандарт, снизилась на 6,1 п.п., а доля лабораторий, использовавших комбинации стандартов, уве-

личилась на 5,7 п.п. Доля лабораторий, у которых все указанные стандарты соответствовали году анализа и новее, увеличилась на 25,4 п.п. Доля лабораторий, у которых все указанные стандарты соответствовали году анализа или были новее, увеличилась с 26,1% в 2023 г. до 51,5% в 2024 г. Одновременно доля лабораторий с неактуальными стандартами снизилась с 57,1% до 37,5%, а доля лабораторий, применявших только МУК 4.2.1890-04, уменьшилась с 13,4% до 8,3%.

Несмотря на агрегированное увеличение доли О/Н, парный анализ лабораторий, присутствовавших в обоих годах, показал иную картину. В парный анализ вошли 377 лабораторий. Средняя доля О/Н в этих лабораториях снизилась на 0,81 п.п., бутстреп 95% ДИ: средней разницы составил от –1,73 до 0,07 п.п. По критерию Уилкоксона статистически значимого систематического изменения доли О/Н выявлено не было ($p = 0,15$). Дополнительно анализ бинарного признака наличия хотя бы одной О/Н в лаборатории с использованием критерия МакНемара также не показал статистически значимых различий между годами ($p = 0,25$).

Многофакторный анализ с использованием обобщенной линейной модели с квазибиномиальным распределением показал, что после поправки на микроорганизм, федеральный округ и актуальность применяемых стандартов статистически значимая независимая ассоциация с более высокой долей О/Н сохранялась для лабораторий, использовавших только МУК 4.2.1890-04 (OR 2,97; 95% ДИ: 2,64–3,35; $p = 0,00$), а также для группы стандартов с неизвестным годом версии (OR 1,38; 95% ДИ: 1,05–1,80; $p = 0,02$). При этом наличие хотя бы одного стандарта с известным, но неактуальным годом версии после учета остальных факторов не имело статистически значимой независимой ассоциации с долей О/Н (OR 1,09; 95% ДИ: 0,98–1,20; $p = 0,12$).

Среди микроорганизмов независимое увеличение вероятности О/Н в модели было связано с *E. faecium* и *S. aureus*, тогда как для *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* и *S. pneumoniae* отношение шансов было ниже референсного уровня. Среди федеральных округов наиболее выраженная независимая ассоциация с О/Н была выявлена для Северо-Кавказского федерального округа (OR 4,30; 95% ДИ: 3,52–5,30; $p = 0,00$), а также для Приволжского и Центрального федеральных округов.

Таким образом, в агрегированных данных 2024 г. наблюдалось увеличение общей доли О/Н по сравнению с 2023 г., однако это увеличение было неоднородным. Оно в значительной степени определялось изменением структуры данных по федеральным округам, микроорганизмам и стандартам интерпретации, что также было подтверждено парным анализом сопоставимых лабораторий и многофакторной моделью.

Дополнительные результаты анализа, включая интерактивные таблицы и графические материалы, представлены в дашборде (Рисунок 3), доступном по ссылке: <https://cmac-journal.ru/supplementary/2026/2/dashboard.html>



Рисунок 3. Интерфейс интерактивного дашборда с результатами анализа лабораторных данных

Обсуждение

В настоящем исследовании проведена оценка частоты и структуры ошибок/неточностей (О/Н) при категоризации результатов определения чувствительности микроорганизмов к АМП по агрегированным данным микробиологических лабораторий Российской Федерации за 2023 и 2024 г. Основным результатом стало выявление неоднородной динамики О/Н. Несмотря на увеличение общей доли О/Н в агрегированных данных 2024 г. по сравнению с 2023 г., анализ сопоставимых лабораторий не показал статистически значимого одностороннего роста этого показателя. Результаты многофакторного анализа свидетельствуют, что межгодовые различия были связаны преимущественно со структурой лабораторных данных, включая распределение микроорганизмов, федеральных округов и групп актуальности стандартов.

Текущее исследование продолжает выполненную нами ранее системную оценку результатов определения чувствительности микроорганизмов к АМП по данным медицинских организаций Российской Федерации за 2022 г. [7]. В отличие от предыдущей работы, где основное внимание было уделено описанию структуры О/Н, в настоящем анализе оценены два последовательных года, проведено межгодовое сравнение, выполнен парный анализ сопоставимых лабораторий и построена многофакторная модель факторов, связанных с долей О/Н.

В англоязычной литературе качество результатов определения чувствительности к антимикробным препаратам традиционно оценивается через категориальные расхождения между исследуемым и референсным методом: *малая ошибка (minor error)*, *большая ошибка (major error)* и *критическая ошибка (very major error)*. В рекомен-

дациях CLSI по оценке новых методов определения чувствительности подчеркивается необходимость системного анализа таких расхождений, поскольку именно они определяют клиническую значимость ошибки [8]. При этом наиболее серьезным типом считается ложная чувствительность, соответствующая *критической ошибке*, тогда как ложная резистентность обычно рассматривается как *большая ошибка*. Кроме того, при внешней оценке качества определения чувствительности рекомендуется учитывать потенциальную клиническую значимость расхождения [9].

Отдельное направление исследований связано с внешней оценкой качества определения чувствительности в лабораториях, участвующих в системах эпидемиологического мониторинга антибиотикорезистентности. Так, была оценена сопоставимость результатов определения чувствительности в лабораториях из 23 стран: авторы показали, что межлабораторные различия и различия в используемых критериях категоризации могут ограничивать сопоставимость данных мониторинга [10]. В исследованиях подтверждается и системный характер проблемы: отклонения результатов определения чувствительности могут быть связаны не только с конкретным микроорганизмом и АМП, но и с используемым методом тестирования, а также с критериями интерпретации [11,12].

Настоящее исследование уточняет, что значение имеет не только выбранный стандарт категоризации, но и его версия. Несмотря на то, что в 2024 г. доля лабораторий с актуальными стандартами увеличилась, а доля лабораторий, применявших только МУК 4.2.1890-04, снизилась, именно группа «только МУК 4.2.1890-04» оставалась наиболее проблемной. В этих лабораториях была выявлена не только наиболее высокая общая частота О/Н, но и повышенная доля

случаев ожидаемой устойчивости, при которых результату была присвоена категория, отличная от R. Такая ситуация имеет особое значение, поскольку может соответствовать риску ложной чувствительности и, следовательно, потенциально более значимой ошибке интерпретации.

Типы О/Н, описанные в настоящем исследовании, концептуально связаны с подходом интерпретативного чтения антибиотикограммы, когда результаты определения чувствительности рассматриваются не как «механическое» присвоение категории чувствительности, а как анализ всего фенотипа резистентности с учетом вида микроорганизма и ожидаемых механизмов устойчивости [13, 14]. В этой логике необычные сочетания «микроорганизм–фенотип» должны привлекать внимание лаборатории и при необходимости подтверждаться, поскольку они могут отражать ошибку идентификации, тестирования или интерпретации.

Различия между микроорганизмами были выражены разными и разнонаправленными. Наиболее заметное абсолютное увеличение доли О/Н было связано со *S. aureus*, тогда как для *A. baumannii*, *E. faecium* и *P. aeruginosa* отмечалось снижение. Это показывает, что общая доля О/Н не может использоваться как универсальный показатель качества интерпретации для всех возбудителей. Более информативным является анализ по отдельным микроорганизмам и типам О/Н, поскольку разные виды имеют разные наборы ожидаемых фенотипов, экспертных правил и потенциально проблемных сочетаний «микроорганизм–антимикробный препарат».

Региональная неоднородность результатов была выраженной. В обоих годах наиболее высокая доля О/Н наблюдалась в Северо-Кавказском федеральном округе, эта ассоциация сохранялась и в многофакторной модели после учета микроорганизма и характеристик применяемых стандартов. Вместе с тем данный результат не следует напрямую трактовать как показатель качества работы лабораторий округа, поскольку анализ основан на агрегированных данных. Более корректно рассматривать его как сигнал о возможной концентрации факторов, связанных с повышенной частотой О/Н: различий в составе лабораторий, объеме и структуре тестирования, распределении микроорганизмов, применяемых стандартах, полноте отчетности, а также особенностях автоматического присвоения категорий чувствительности в лабораторных информационных системах.

Основные ограничения исследования связаны с агрегированным характером данных. Отсутствие индивидуального уровня наблюдений не позволяло учитывать характеристики пациентов, клинический материал, профиль медицинской организации и другие потенциально значимые факторы. Кроме того, состав лабораторий и структура протестированных результатов различались между 2023 и 2024 г., что ограничивает прямую интерпретацию агрегированной динамики. Поэтому статистически значимые различия оценивали с учетом величины эффекта, парного анализа сопоставимых лабораторий и многофакторной модели. Дополнительным ограниче-

нием было отсутствие сведений о годе версии стандарта у части лабораторий, что снижало точность классификации актуальности критериев, но одновременно указывало на неполноту лабораторной отчетности.

Практическое значение результатов состоит в том, что они рассматривают О/Н не только как показатель, связанный с актуальностью стандартов, но и как самостоятельное явление рутинной лабораторной практики, требующее системного контроля. Выявление ожидаемой устойчивости должно сопровождаться проверкой корректности присвоенной категории, поскольку сохранение категории, отличной от R, в такой ситуации может создавать риск ложной чувствительности. Аналогично высокая частота редких фенотипов требует дополнительной верификации, чтобы отличить действительно необычные свойства микроорганизма от возможных технических, методических или интерпретационных ошибок. Отдельного внимания требуют случаи, когда для сочетания «микроорганизм–антимикробный препарат» в используемом стандарте отсутствуют критерии интерпретации, но в лабораторном заключении тем не менее указывается категория чувствительности. Следовательно, контроль качества должен быть направлен не только на применение актуальных стандартов и указание их версий, но и на регулярную проверку корректности самой интерпретации результатов.

Заключение

Проведенное исследование показало, что О/Н при интерпретации результатов определения чувствительности микроорганизмов к АМП являются значимым явлением рутинной лабораторной практики и встречаются с различной частотой в зависимости от микроорганизма, федерального округа и применяемых стандартов интерпретации. В агрегированных данных 2024 г. общая доля О/Н была выше, чем в 2023 г., однако анализ сопоставимых лабораторий и многофакторная модель показали, что межгодовые различия в значительной степени связаны со структурой данных. Наиболее проблемными оказались ситуации применения только МУК 4.2.1890-04, отсутствия сведений о годе версии стандарта, а также случаи ожидаемой устойчивости, редких фенотипов и присвоения категории чувствительности при отсутствии интерпретационных критериев.

Дальнейшего изучения требуют причины высокой частоты О/Н в отдельных группах лабораторий и микроорганизмов, а также факторы, определяющие региональные различия. Отдельного внимания заслуживают случаи, когда результату присвоена категория чувствительности, не соответствующая ожидаемому фенотипу микроорганизма, либо категория указана при отсутствии интерпретационных критериев в применяемом стандарте.

Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования системы контроля качества микробиологических данных. Практическое значение исследования заключается в том, что оно выделяет ситу-

ации, требующие приоритетной проверки: ожидаемая устойчивость с категорией, отличной от R, редкие фенотипы, отсутствие интерпретационных критериев при наличии выданной категории чувствительности и применение стандартов без указания актуальной версии. Такой подход позволяет рассматривать О/Н не только как расчетный показатель, но и как инструмент выявления потенциально клинически значимых ошибок, включая риск ложной чувствительности. Результаты также обосновывают необходимость строгого применения актуальных стандартов интерпретации и обязательной фиксации их версии в лабораторной отчетности. С научной точки зрения работа расширяет представления о структуре О/Н в рутинных лабораторных данных и по-

казывает, что их частота определяется сочетанием стандартов, микроорганизмов и региональной структуры. В клинической практике использование таких подходов может способствовать повышению достоверности результатов определения чувствительности и, как следствие, более обоснованному выбору антимикробной терапии.

Благодарность

Авторы благодарят всех специалистов медицинских учреждений за проделанную работу и предоставленную информацию в рамках годовых отчетов главных специалистов по клинической микробиологии и антимикробной резистентности.

Литература

1. World Health Organization. Global antibiotic resistance surveillance report 2025. Geneva: World Health Organization; 2025. Available at: www.who.int/publications/i/item/9789240116337. Accessed June 18, 2026.
2. World Health Organization. WHO bacterial priority pathogens list, 2024: bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance. Geneva: World Health Organization; 2024. Available at: www.who.int/publications/i/item/9789240093461. Accessed June 18, 2026.
3. World Health Organization. Antimicrobial resistance: accelerating national and global responses. WHO strategic and operational priorities to address drug-resistant bacterial infections in the human health sector, 2025-2035. Seventy-seventh World Health Assembly, A77/5. Geneva: World Health Organization; 2024. Available at: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA77/A77_5-en.pdf. Accessed June 18, 2026.
4. Interregional Association for Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy. Susceptibility testing of microorganisms to antimicrobial agents. Version 2024-02. Smolensk: IACMAC, SSMU; 2024. 192 p. Russian. (Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии. Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам. Версия 2024-02. Смоленск: МАКМАХ, СГМУ; 2024. 192 с.)
5. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 36th ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2026.
6. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. EUCAST; 2026. Available at: www.eucast.org/clinical_breakpoints. Accessed June 11, 2026.
7. Vinogradova A.G., Kuzmenkov A.Yu., Trushin I.V., Sukhorukova M.V., Kozlov R.S. Systemic analysis of the AST results in medical organizations of the Russian Federation. *Klinicheskaa mikrobiologia i antimikrobnaa himioterapiia*. 2023;25(2):179-186. Russian. (Виноградова А.Г., Кузьменков А.Ю., Трушин И.В., Сухорукова М.В., Козлов Р.С. Системная оценка результатов определения чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам в медицинских организациях Российской Федерации. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2023;25(2):179-186.) DOI: 10.36488/cmasc.2023.2.179-186
8. Humphries R.M., Ambler J., Mitchell S.L., Castanheira M., Dingle T., Hindler J.A., et al. CLSI Methods Development and Standardization Working Group best practices for evaluation of antimicrobial susceptibility tests. *J Clin Microbiol*. 2018;56(4):e01934-17. DOI: 10.1128/JCM.01934-17
9. Kahlmeter G., Howe R., Wootton M. External quality assessment-bringing difficulty, complexity and severity of errors to bear on the assessment of performance in antimicrobial susceptibility testing. *J Antimicrob Chemother*. 2023;78(2):321-322. DOI: 10.1093/jac/dkac431
10. Bronzwaer S.L.A.M., Buchholz U., Courvalin P., Snell J., Cornaglia G., de Neeling A., et al. Comparability of antimicrobial susceptibility test results from 22 European countries and Israel: an external quality assurance exercise of the European Antimicrobial Resistance Surveillance System (EARSS) in collaboration with the United Kingdom

- National External Quality Assurance Scheme (UK NEQAS). *J Antimicrob Chemother.* 2002;50(6):953-964. DOI: 10.1093/jac/dkf231
11. European Centre for Disease Prevention and Control. External quality assessment (EQA) of the performance of laboratories participating in the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net), 2024. Stockholm: ECDC; 2025. Available at: www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/antimicrobial-resistance-external-quality-assessment-laboratories-ears-net-2024. Accessed August 18, 2026.
 12. Cotter G., Adley C.C. Comparison and evaluation of antimicrobial susceptibility testing of enterococci performed in accordance with six national committee standardized disk diffusion procedures. *J Clin Microbiol.* 2001;39(10):3753-3756. DOI: 10.1128/JCM.39.10.3753-3756.2001
 13. Livermore D.M., Winstanley T.G., Shannon K.P. Interpretative reading: recognizing the unusual and inferring resistance mechanisms from resistance phenotypes. *J Antimicrob Chemother.* 2001;48(Suppl. 1):87-102. DOI: 10.1093/jac/48.suppl_1.87
 14. Leclercq R., Cantón R., Brown D.F.J., Giske C.G., Heisig P., MacGowan A.P., et al. EUCAST expert rules in antimicrobial susceptibility testing. *Clin Microbiol Infect.* 2013;19(2):141-160. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2011.03703.x